

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до лабораторних робіт студентів  
денної та заочної форми навчання з дисципліни

**"ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА"**

Напрямок підготовки – Комп'ютерні науки

Одеса 2010

МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ОСВІТИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до лабораторних робіт студентів  
денної та заочної форми навчання з дисципліни

**"ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА"**

Напрямок підготовки – Комп'ютерні науки

" Затверджено"  
методичною комісією факультету КН  
протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2010 р.

Одеса 2010

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт студентів  
денної та заочної форми навчання з дисципліни

**"ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА"**

Напрямок підготовки – Комп'ютерні науки

"Затверджено"

на засіданні методичної комісії  
факультету комп'ютерних наук  
протокол №\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2010 р.  
Голова комісії

\_\_\_\_\_ Коваленко Л.Б.

"Затверджено"

на засіданні кафедри АСМНС  
протокол №\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2010 р.  
Зав. каф. АСМНС

\_\_\_\_\_ Корбан В.Х.

Методичні вказівки до лабораторних робіт студентів денної та заочної форми навчання з дисципліни з дисципліни "Інженерна графіка". Напрямок підготовки – Комп'ютерні науки. Спеціальність – Інформаційні управляючі системи та технології.

Укладач: Черненко Д. С. – Одеса ОДЕКУ, 2010р.

Методичні вказівки до лабораторних робіт студентів денної та заочної форми навчання з дисципліни з дисципліни "Інженерна графіка". Напрямок підготовки – Комп'ютерні науки. Спеціальність – Інформаційні управляючі системи та технології.

Укладач: Черненко Д. С. – Одеса ОДЕКУ, 2010р.

Підп. до друку  
Умовн. друк. арк.

Формат  
Тираж

Папір  
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

---

Одеський державний екологічний університет  
85016, Одеса, Львівська, 15

## ЗМІСТ

### I Загальна частина

1.1 Передмова.....	4
1.2 Креслярські інструменти і приладдя.....	6
1.3 Вимоги основних стандартів технічного креслення.....	9
1.4 Масштаби, лінії, шрифти креслярські.....	10
1.5 Перелік навчальної літератури.....	14
1.6 Перелік знань та вмінь.....	15
1.7 Рекомендації по виконанню лабораторних робіт .....	16
Лабораторна робота №1 .....	19
Лабораторна робота №2.....	25
Лабораторна робота №3.....	32
Лабораторна робота №4.....	39
Лабораторна робота №5.....	44
Лабораторна робота №6.....	52
Лабораторна робота №7.....	58
Лабораторна робота №8.....	63
Лабораторна робота №9.....	68
Лабораторна робота №10.....	74
Лабораторна робота №11.....	77
Лабораторна робота №12.....	79
Лабораторна робота №13.....	86
Лабораторна робота №14.....	89
Лабораторна робота №15.....	93
Лабораторна робота №16.....	95
Лабораторна робота №17.....	98
Перелік нормативних документів.....	101

# І ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА


## 1.1 Передмова

Дисципліна "Інженерна графіка" належить до загально інженерних дисциплін природничо – наукової підготовки фахівців з напрямку "Комп'ютерні науки", спеціальності – Інформаційні управляючі системи та технології.

Ця дисципліна є обов'язковою в освітньо – професійній підготовці студентів напрямку "Комп'ютерні науки".

Мета дисципліни "Інженерна графіка" – дати студентам знання, уміння та навички, необхідні для викладення технічних ідей за допомогою креслення (схем) для розуміння за кресленням (схем) конструкцій та принципу дії зображеного механізму (устрою).

Предметом інженерної графіки являється складання та читання креслень (схем) чи моделей геометричних фігур, що лежать в основі технічних виробів та креслень (схем) самих виробів, пристроїв.

Геометричних фігур дуже багато, але до основних формуючим елементам простору відносяться лиш три: (●) крапка, ( — ) пряма і  площина, з котрих складається більш складні фігури.

Будь – яка множина точок називається геометричною фігурою. Між основними фігурами існують різні співвідношення:

- приналежність;
- бути рівнобіжними;
- лежати між;
- бути конгруентними і т.д.

Одне з призначень креслення – відтворення форми, розмірів оригіналу і положення його в просторі для наступного відновлення оригіналу по його проекціях.

Отже до задач інженерної графіки варто віднести:

1) Вивчення теоретичних основ побудови зображень (включаючи аксонометричні проекції) крапок, прямих, площин і окремих видів ліній і поверхонь. Тому основу інженерної графіки складає метод проекцій, що дозволяє одержувати відображення просторових фігур на площині чи поверхні, де між кожною крапкою тривимірного простору ставиться у відповідності точка двомірного простору (площини). На площині зображуються усі фігури, що знаходяться в просторі. Епюр Монжа.

2) Рішення задач на взаємну приналежність і взаємне перетинання геометричних фігур і визначення їхніх натуральних величин.

3) Вивчення способів побудови зображень простих предметів у прямокутних проекціях (аксонометричних), а також відповідних до них стандартів (ДСТ - ів).

4) Навчити визначати геометричні форми простих деталей по їх зображеннях і виконувати ці зображення як з натури, так і по кресленню складальної одиниці.

5) Виробити навички читання креслярських складальних одиниць (схем), а також уміння виконувати їхні креслення (схеми) у відповідності зі стандартами єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД).

Інженерна графіка розглядає просторові форми і їхні співвідношення по графічним моделям (кресленням, умовним графічним позначенням схем), що служать основними документами при виготовленні, ремонті і контролі пристроїв, механізмів будь-якої деталі.

Єдина система конструкторської документації (ЕСКД) вводить загальні правила оформлення конструкторської документації, установлює єдину термінологію, що використовується при проектуванні комплексів, виробів у всіх областях науки і техніки.

До найбільш розповсюджених стандартів по графічному оформленню креслень відносяться "формати", "Масштаби", "Лінії", "Зображення – види, розміри, перетини", "Шрифти креслярські", "Позначення графічні матеріалів і правила їхнього нанесення на креслення", "Нанесення розмірів і графічних відхилень", "зображення різьблення" і ін.

Курс "Інженерна графіка" складається з двох розділів та трьох тем. Розділ перший складається з двох тем (тема 1, тема2), які висвітлюють питання нарисної геометрії. Другий розділ складається з тем №3 "Основи технічного креслення", яка висвітлює питання проєкційного креслення (аксонометричного), технічного креслення та основні правила та стандарти виконання креслень (схем).

Дисципліни "Інженерна графіка" надає студенту низку теоретичних знань і практичних навичок, які допоможуть при вивченні спеціальних дисциплін. Вивчення курсу ґрунтується на основних положеннях і знаннях, отриманих при вивченні дисциплін "Вища математика" (розділ "Аналітична геометрія"), "Фізика" та "Обчислювальна техніка та програмування".

Набуті знання та вміння будуть використані при вивченні наступних навчальних дисциплін:

- "Комп'ютерна графіка",
- "Комп'ютерна схемотехніка",
- "Основи програмування та алгоритмічні мови",
- "Моделювання систем".

Ці методичні вказівки призначені допомогти студентам денної та заочної форми навчання засвоїти основні положення з теорії інженерної графіки, а саме, з'ясувати основні способи креслень (схем) та застосовувати методи нарисної геометрії в дослідженнях практичних питань та виконанні технічних креслень, структурних, функціональних та принципових схем згідно стандартів ЕСКД в ході 17 (сімнадцяти) лабораторних робіт. В методичних вказівках розглянуті питання, які відповідають навчальній програмі дисципліни.



## УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ:

A, B, C, D...1, 2, 3, 4, 5 ... – точки

a, b, c, d, e – прямі та криві лінії

h – горизонталь

f – фронталь

p – профільна пряма

$\Theta, \Sigma, \Gamma, \Phi, \Omega, \Lambda$  – поверхні (площини)

$\alpha, \beta, \gamma$  – кути

$\Pi_1$  – горизонтальна площина проєкцій

$\Pi_2$  – фронтальна площина проєкцій

$\Pi_3$  – профільна площина проєкцій

K – бісекторна площина четвертої та другої чвертей простору

$A \in \Phi$  – точка A належить фігурі  $\Phi$

$A \notin \Phi$  – точка A не належить фігурі  $\Phi$

$\Phi_k \equiv \Phi_i$  – фігури  $\Phi_k$  та  $\Phi_i$  збігаються

$\Phi_k \neq \Phi_i$  – фігури  $\Phi_k$  та  $\Phi_i$  не збігаються

$\Phi_k \cap \Phi_i$  – перетин фігур  $\Phi_k$  та  $\Phi_i$

$\Phi_k \cup \Phi_i$  – об'єднання фігур  $\Phi_k$  та  $\Phi_i$

x, y, z – осі проєкцій. Індокси при означають відповідні площини проєкцій. Наприклад, вісь означає, що вісь поділяє поле горизонтальних проєкцій (індекс 1) і поле фронтальних проєкцій (індекс 2). Позначення проєкцій фігур таке саме, з додаванням індексу, що відповідає площині проєкцій

ЛР – лабораторна робота

О – оцінка.

## 1.2 Креслярські інструменти і приладдя

Для виконання лабораторних робіт по дисципліні "Інженерна графіка" використовуються креслярські інструменти і приладдя:

- Креслярський папір;
- Креслярські олівці;
- Креслярські дошки;
- Косинці;
- Лекала;
- Циркуль креслярський із грифельною вставкою або набір, який називається готувальнею.

**Креслярський папір** має підвищену цупкість і буває різної якості. Для виконання креслярських робіт олівцям слід вибирати папір поверхня якого не псується при витиранні гумкою, а для робіт тушшю потрібно перевіряти, чи не розтікається туш. Креслярський папір має гладкий лицевий бік та шорсткий зворотній. Він випускається аркушами різного формату або у рулоні.

Для виконання ескізів і розрахунково – графічних робіт використовується міліметровий папір, на якому нанесено міліметрову сітку.

**Креслярські олівці** маркуються за твердістю. Тверді олівці позначаються літерою "Т" або "Н", м'які – "М" або "В" і середньої твердості – "ТМ" ("НВ"). Цифри, які стоять перед літерою, показують ступінь твердості або м'якості олівця. Твердість олівця вибирається в залежності від твердості креслярського паперу і коливається у межах від "2Т" до "М".

Олівцями підвищеної твердості виконують побудови і наводять тонкі лінії. Більш м'якими олівцями наводять товсті лінії і виконують написи.

Загострюють олівці на довжину до 25 мм з кінця, протилежного фабричному клейму.

Графічний стрижень оголюється на довжину до 10мм. Йому, в залежності від призначення, надається форма (рис.1.1):

- Конуса,
- Зрізаного циліндра,
- Стамески.

Після загострення олівця графічний стрижень підправляють на наждачному папері.

**Креслярські дошки** виготовляються різними розмірів. Для навчальних цілей використовують дошки 1000 650мм. Папір кріпиться до дошки кнопками або клейкою стрічкою (скотчем) ближче до лівого боку дошки повинна перебільшувати ширину рейщини. Рейшина являє собою лінійку, довжина якої приблизно дорівнює довжині креслярської дошки.

**Косинці** випускається двох типів – з кутами 45°, 45°, 90° та з кутами 30°, 60°, 90°. Косинці використовуються для проведення вертикальних ліній під кутами 30°, 45°, 60° до рейщини або лінійки. Одним катетом косинця прикладають до рейщини або лінійки, а вздовж другого катета або гіпотенузи проводять лінію.

При придбанні косинця потрібно перевірити точність виготовлення прямого кута. Для цього косинець одним катетом прикладають до лінійки, а вздовж іншого проводять лінію(рис.1.2). Якщо дві проведені лінії збігаються кут дорівнює  $90^\circ$ .

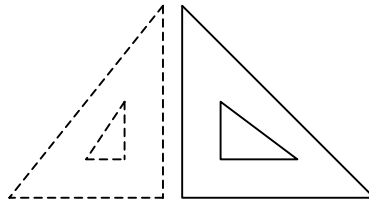


Рис. 1 – Перевірка точності прямого кута

*Лекала* (рис.1.3) призначаються для проведення кривих ліній, які не можна замінити дугами кіл.. Точки через які потрібно провести криву спочатку з'єднують тонкою лінією від руки, а тоді підбирають лекало до окремих частин кривої для наведення їх олівцем чи тушшю. Для виконання креслень потрібно мати набір з кількох лекал.

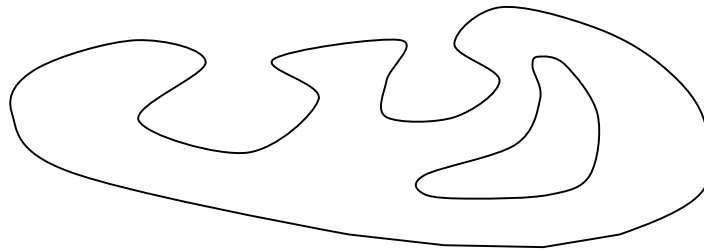


Рис. 2 - Лекало

Креслярські інструменти для проведення кіл, обведення ліній тушшю, виміру довжини відрізків виготовляють у вигляді набору, який називається *готовальнею*. Готовальні бувають різного складу. Склад середньої готовальні:

- вимірювач;
- циркуль розміточний;
- циркуль креслярський з грифельною вставкою;
- рейсфедер круговий для циркуля;
- ніжка для циркуля;
- грифельна ніжка для циркуля;
- центрик;
- рейсфедери – 2 шт.

Рейсфедер використовується для обведення тушшю прямих і кривих ліній. При роботі з рейсфедером використовується спеціальна лінійка, яка має вставку, що не дотикається до паперу для того, щоб туш не затікала під лінійку.

Циркуль креслярський призначається для проведення кіл та їх дуг грифельним стержнем або тушшю.

Центрик використовується для фіксації голки при проведенні концентричних кіл.

### 1.3 Вимоги основних стандартів технічного креслення

При виконанні креслень (ЛР№ 10 – ЛР№ 17) використовуються багато умовностей у зображеннях об'єктів і їх елементів. Надається багато інформації у вигляді умовних позначень тощо. Для того щоб така інформація була зрозуміла кожному спеціалісту, повинна бути єдина технічна мова і єдина термінологія, що забезпечується державними стандартами. Усі креслення оформлюються відповідно до чинних стандартів. Загальні правила виконання креслень регламентуються ДСТУ 3321 – 2003. Система конструкторської документації (СКД).

СКД – це комплекс державних стандартів, який встановлює взаємопов'язані правила та положення щодо порядку розроблення. Оформлення й обігу конструкторської документації.

#### **Формати і основні написи**

Відповідно до ДОСТ 2.301 –68, формат аркуша креслень визначається розмірами його сторін. Кожний стандартний формат має позначення, наприклад А4. Розміри основних форматів наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Розміри основних форматів

Позначення формату	Розміри сторін в мм (формат)
А 0	841 x 1189
А 1	594 x 841
А 2	420 x 594
А 3	297 x 420
А 4	210 x 297

На форматі виконується рамка на відстані 5 мм від краю з трьох сторін аркуша і на відстані 20 мм від четвертого лівого краю.

У правому нижньому куті формату розміщується основний напис. Формати, за винятком А4, можуть компоуватися як горизонтально, так і вертикально. Формат А4 комплектується тільки вертикально.

На рис. 3 наведено основний напис, який відповідно до ДОСТ 2.104 – 68 визначається для всіх типів креслень

У графах основного напису вказується:

- 1 – назва виробу;
- 1 – позначення документу відповідно до ДОСТ 2.202 – 80;
- 2 – позначення матеріалу деталі (графу заповнюють тільки на креслениках деталей);
- 3 – літера, яку присвоєно документу відповідно до ДОСТ 2.103 – 68 (на учбових креслениках – "У");
- 4 – маса виробу відповідно до ДОСТ 2.109 – 73;
- 5 – масштаб відповідно до ДОСТ 2.302 – 68;
- 6 – порядковий номер аркуша;

- 7 – загальна число аркушів;  
 8 – назва або розпізнавальний індекс підприємства, що випустило документ;  
 9 – характер роботи, що виконується особами, які підписують документ;  
 10 – прізвища осіб, які підписали документ;  
 11 – підписи осіб, які зазначені у графі 11;  
 13 – дата підписання документа;  
 14...18 – зміни, які вносяться відповідно до вимог ДОСТ 2.503 – 74.
- Звіти по виконанню лабораторних робіт оформлюються на аркушах формату А3 або А4.

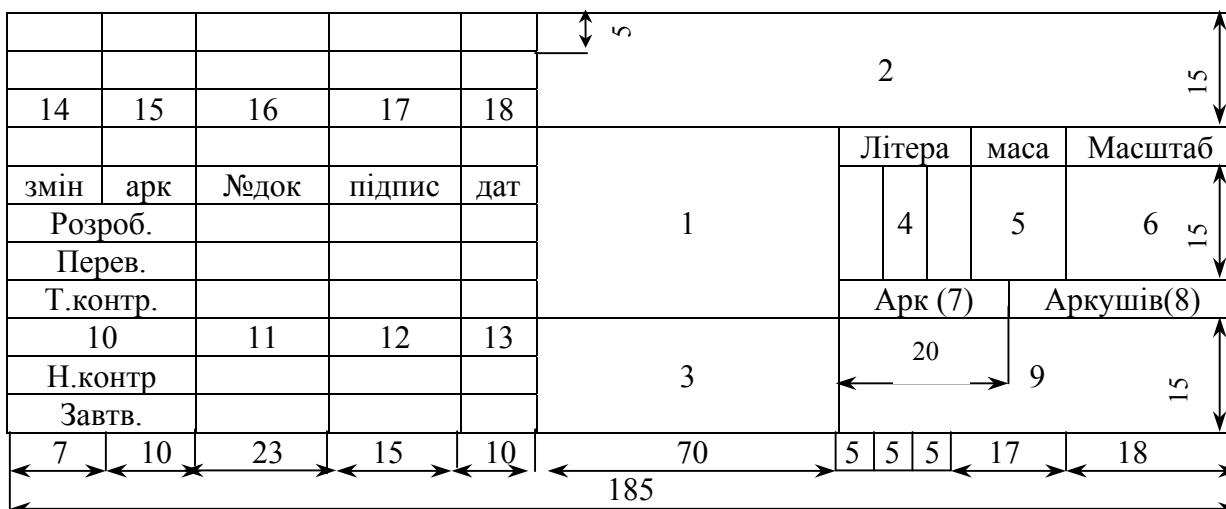


Рис. 3 – Основний напис

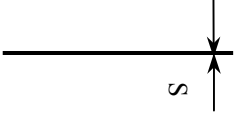


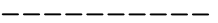
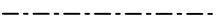


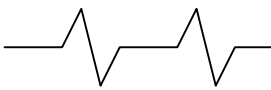
#### 1.4 Масштаби, лінії, шрифти креслярські

Відповідно до ДОСТ 2.302 –68 для виконання креслень рекомендуються масштаби, які наведено в табл. 2.

При виконанні креслень використовують лінії, що вставлені стандартом ДОСТ 2.303 – 68 (табл.2).

Таблиця 2 – Лінії стандарту ДОСТ 2.303 – 68

№	Назва	Масштаби, лінії	Призначення
1	Масштаби зменшення	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000; 1:10000; 1:20000; 1:50000.	Виконання креслень
2	Натуральна величина	1:1	Виконання креслень
3	Масштаби збільшення	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1 та $(100 \cdot n)n$ –ціле	Виконання креслень

		число	
4	Суцільна товста основна		$S = 0.5 - 1.4 \text{ мм}$
5	Суцільна тонка		Від $S/3$ до $S/2$
6	Суцільна хвиляста		Від $S/3$ до $S/2$
7	Штрихова		Від $S/3$ до $S/2$
8	Штрих-пунктирна тонка		Від $S/3$ до $S/2$
9	Штрих-пунктир потовщина		Від $S/3$ до $S/2$
10	Розімкнена		Від $S$ до $3S/2$
11	Суцільна тонка зі зламом		Від $S/3$ до $S/2$

Всі написи на кресленнях виконуються стандартним шрифтом. ДОСТ 2.304 – 81 встановлює такі типи шрифтів:

- Тип А без нахилу (рис. 4);
- Тип А з нахилом близько  $75^\circ$  (рис. 5);
- Тип Б без нахилу (рис. 6)
- Тип Б з нахилом близько  $75^\circ$ .

Розмір елементів літер, відстані між літерами, словами і рядками кратні розміру чарунки сітки (табл. 3).

Таблиця 3 – Розміри елементів

	Тип А	Тип Б
Розміри шрифту	h	h
Висота великих літер і цифр	h	h
Висота рядкових літер	$10h/14$	$7h/10$
Відстань між літерами	$2h/14$	$2h/10$
Мінімальний крок рядків	$22h/14$	$17h/10$
Мінімальна відстань між словами	$6h/14$	$6h/10$



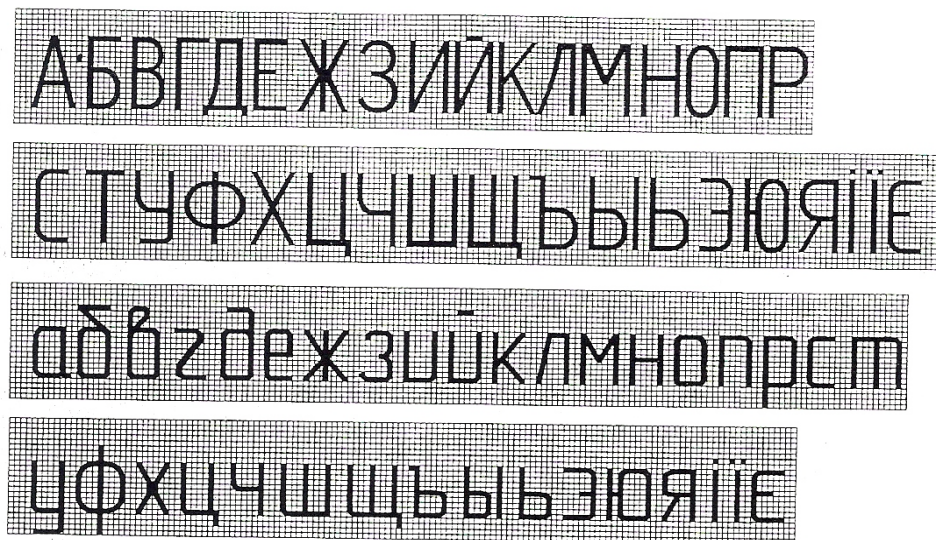


Рис. 4 – Тип шрифту А без нахилу

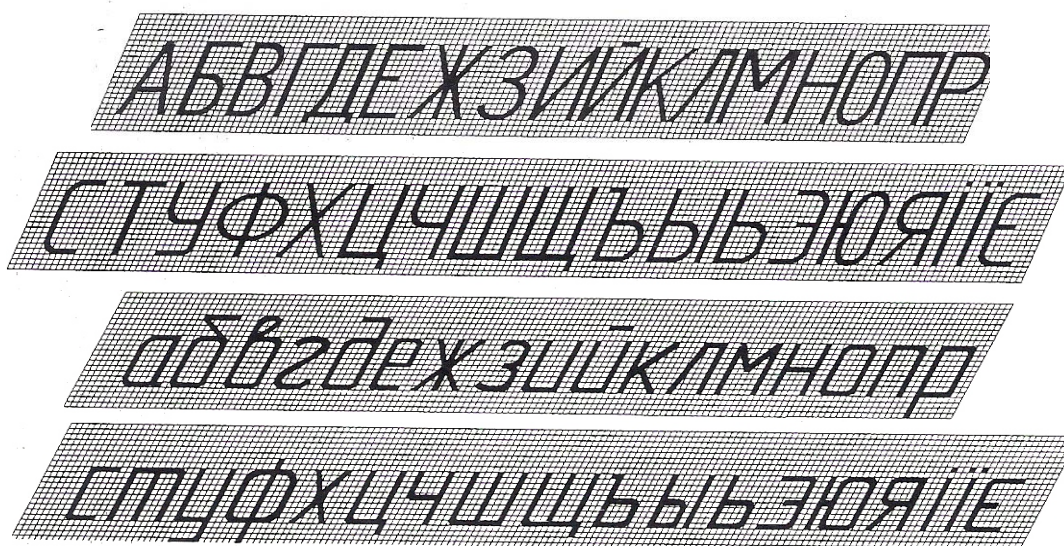


Рис. 5 – Тип шрифту А з нахилом

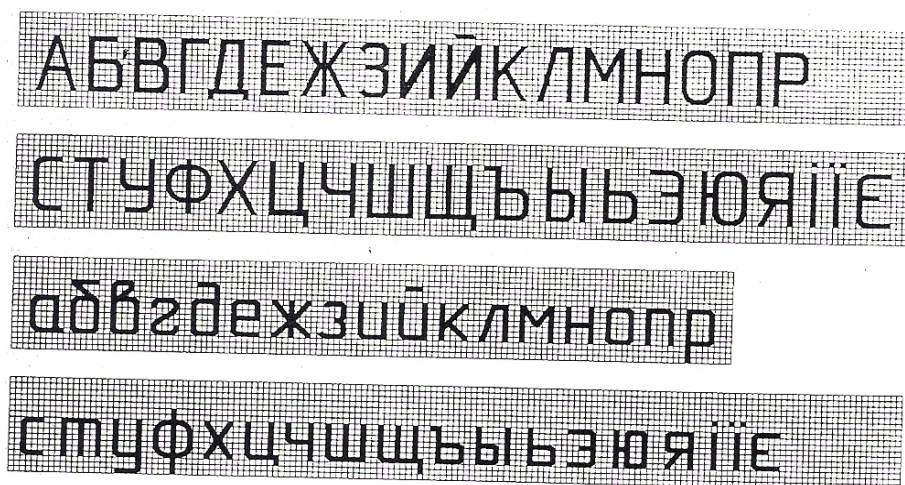


Рис. 6 – Тип шрифту Б без нахилу

Стандарт ДОСТ 2.304 – 81 встановлює також форму літер латинської і грецької абетки, римських цифр, математичних і розділових знаків тощо. Стандарт ДОСТ 2.304 – 81 встановлює товщину літер цифр та висоту (h) великих літер у (мм) (табл.4).

Таблиця 4 – Товщина висота літер

h – висота великих літер (мм)		2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0	28,0	40,0
Шрифти	Типа А, товщина літер (мм)	h/14								
	Типа Б, товщина літер (мм)	h/10								

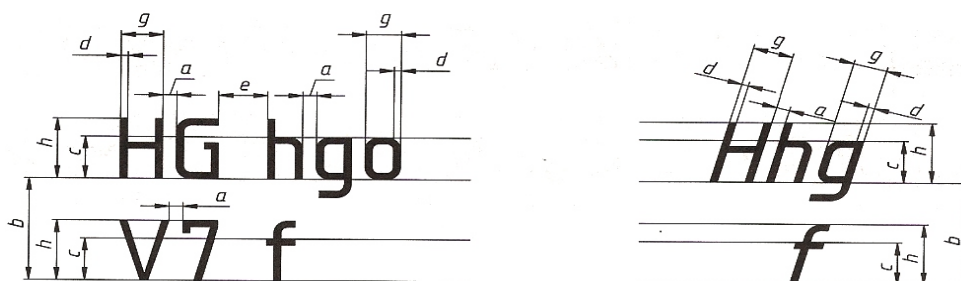


Рис. 7 – Розміри літер

**Зображення**

ДОСТ 2.305 – 68 встановлює правила зображення геометричних фігур (точка, пряма лінія, площина, поверхонь) та зображення предметів (виробів, споруд та їх складових частин) (рис. 7).

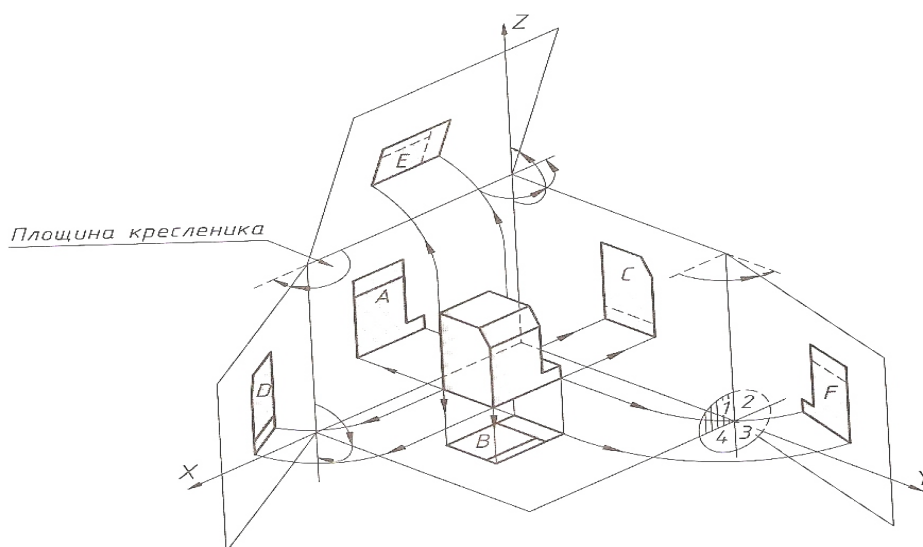


Рис. 7 – зображення предметів, вид спереду, зверху, зліва, справа, знизу, ззаду



### ***Нанесення розмірів***

Розміри на креслениках наносять для визначення величини виробу і його елементів. Основні правила нанесення розмірів на креслениках регламентуються ДОСТ 2.307 – 68. Число розмірів на зображеннях повинно бути мінімальним, але достатнім для виготовлення і контролю виробу.

Розміри повинні бути такими, щоб при виготовленні виробу не потрібно було займатись підрахунками. Розміри наносять за допомогою виносних та розмірних ліній і розмірних чисел.

Розміри бувають лінійні та кутові. Лінійні розміри визначають довжину відрізка. Розмірну лінію наносять паралельно цьому відрізку, а виносні – перпендикулярно.

Розмірна лінія на обох кінцях, як правило, має стрілки, що упираються у виносні, осьові або контурні лінії. Розмірну лінію для кутового розміру (дуги або кута) проводять у вигляді дуги.

### ***Позначення графічних матеріалів***

Позначення графічних матеріалів на креслениках регламентується ДОСТ 1.306 – 68. Загальне графічне позначення будь – якого матеріалу у перерізах наноситься у вигляді штрихуванням суцільними тонкими лініями з інтервалом 1 – 10 мм.

Похилені паралельні лінії штрихування проводяться під кутом  $45^\circ$  до лінії контуру зображення, до його осі або до рамки формату. Якщо напрям ліній штрихування збігається з напрямком осі, контурних ліній або ліній рамки, то кут  $45^\circ$  замінюють кутами  $30^\circ$  або  $60^\circ$ . Штрихування всіх перерізів однієї деталі повинна бути однаковою за напрямком, відстанню між лініями. Суміжні перерізи штрихуються у різні боки або з різними інтервалами між лініями.

## **1.5 Перелік навчальної літератури**

### ***Основна***

1. В. Е. Михайленко та інші. Інженерна графіка. , Київ 1990.
2. С. К. Боголюбов, А. В. Воинов. Черчение. Москва 1984.
3. Н. С. Дружинин, Н. Т. Чувилов. Черчение. Москва 1982.

### ***Додаткова***

4. П. В. Велічко. Конспект лекцій «Інженерна графіка». Одеса – "ТЕС" – 2007.
5. В. В. Ванін та інші. Інженерна графіка. Київ 2009.
6. С. А. Фролов "Начертательная геометрия". Москва 1978.
7. Е. М. Годик, В. М. Михайленко, А. М. Пономарев. Техническое черчение. Москва 1973.

## 1.6 Перелік знань і вмінь

Після вивчення дисципліни "Інженерна графіка" студенти повинні **знати:**

- методи проектування;
- способи задання площини на епюрі;
- просторову модель координатних площин проекцій (октанта);
- метод Монжа. Епюр точки в системі  $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$  та  $\Pi_1, \Pi_2$ ;
- частинні положення прямої відносно площин проекцій;
- сліди прямої на площині проекцій;
- способи задання площин на епюрі Монжа;
- поняття прямої і точки в площині;
- сліди прямої на площинах проекцій;
- частинні положення прямої лінії в площині;
- площини, які перпендикулярні до двох площин проекцій;
- положення точок в октантах простору;
- взаємне положення двох прямих;
- взаємне положення двох площин;
- знаходження точки перетину прямої з площиною загального положення та лінії перетину двох площин;
- способи визначення довжини відрізка прямої;
- правила побудови розгортки просторових геометричних фігур;
- формати, масштаби при виконанні технічних креслень;
- лінії та шрифти при виконанні технічних кресленнях;
- розмірні лінії та правила нанесення розмірів на кресленнях;
- розрізи та перерізи;
- виконання спряжень;
- роз'ємні з'єднання, зображення та позначення різьби;
- нероз'ємні з'єднання, зображення та позначення;
- специфікації;
- деталювання;
- робочі креслення деталей;
- правила знаходження проекцій плоских фігур;
- правила побудови проекцій багатогранників та тіл обертання;
- правила побудови перетину геометричних тіл площиною;
- порядок побудови розгорток просторових фігур;
- правила виконання ескізів;
- виконання проспектів та види аксонометричних проекцій;
- умовні позначення в структурних та принципових схемах електроелектронної техніки, правила виконання функціональних та принципових схем;
- єдину систему конструкторської документації (ЄСКД); ДСТУ 3321:2003.

**вміти:**

- знаходити положення точок в октантах простору по заданим координатам;
- знаходити положення прямих;
- будувати епюри точок та прямих;
- знаходити істину довжину відрізка та кута нахилу його до площини проекції;
- знаходити проекції плоских фігур;
- знаходити сліди площин при різних способах їх завдань;
- знаходити лінію перетину двох площин;
- будувати проекції багатогранників;
- знаходити лінії перетину геометричних тіл площиною;
- будувати розгортки поверхонь просторових тіл;
- виконувати основний напис на кресленнях;
- визначити натуральну довжину відрізка прямої способом обертання;
- виконувати спряження;
- виконувати ескізи деталей;
- виконувати аксонометричні зображення деталей по заданим проекціям;
- виконувати умовні позначення деталей та вузлів електронних та електричних схем;
- виконувати правила відповідно до  
ДОСТ 2.301 - 68 "Формати і основні написи";  
ДОСТ 2.302 – 68 "Масштаби";  
ДОСТ 2.303 – 68 "Лінії";  
ДОСТ 2.304 – 81 "Шрифти креслярські";  
ДОСТ 2.305 – 81 "Зображення";  
ДОСТ 2.307 – 68 "Нанесення розмірів";  
ДОСТ 2.201 – 80 "Позначення креслень";  
ДОСТ 2.702 – 75 "Виконання електричних схем";  
ДОСТ 2.721 – 74 "Виконання електричних схем";  
ДОСТ 2.701 – 84, ДОСТ 2.721 – 74, ДОСТ 2.758 – 81 "Умовні графічні позначення елементів";  
ДСТУ 3321:2003;  
ДОСТ 2.104 – 68 "Основний напис".

## **1.7 Рекомендації по виконанню лабораторних робіт**

*До 1 – ї теми "Основи проектування. Точка та пряма площина у просторі" [ЛР №1 – ЛР № 6].*

Перша тема (с. 11 –19 [1], с. 41 – 52 [2], с.50 –57 [3]) знайомить з базовими поняттями, дає загальні відомості про методи проектування та формує у студентів уявлення про способи зображення точок, прямих, плоских форм на площині. (с. 17 – 34 [1], с53 – 62 [2], с. 58 – 76 [3]). Необхідно звернути увагу на такі базові знання і вміння:

- Центральне проектування (с. 11 – 12 [1], с. 41[2]);
- Паралельне проектування (с.12 [1], с. 41 – 42 [2]);
- Епюр Монжа, проектування точки та прямої (с. 12 –15 [1], с. 42 – 47 [2], с.51 –53 [3]);
- Проектування прямої, часні положення прямої (с. 15 –16 [1], с. 47 – 49 [2], с.53 –56 [3])
- Площини та осі проєкцій, октанти (с. 44 – 45 [2], с.50 –53 [3])
- Визначення взаємного розташування двох прямих (с. 11 –19 [1], с. 51 – 52 [2], с. 57 [3])
- Знаходження істинної довжини відрізка та кутів його нахилу до площини проєкції (с. 16 –17 [1], с. 49 – 50 [2], с.50 –57 [3]);
- Знаходження слідів прямої (с. 11 –19 [1], с. 41 – 52 [2], с.50 –57 [3]);
- Способи завдання площини на епюрі (с. 17 –18 [1], с. 53 [2], с. 58[3]);
- Сліди площини в площинах проєкцій (с. 17 –18 [1], с. 53 [2], с. 59[3]);
- Площина загального положення (с. 17 –19 [1], с. 54 – 55 [2], с. 61[3]);
- Приватні характерні положення площини відносно однієї з площин проєкцій (с. 54 – 55 [2], с.59 –61 [3]);
- Пряма і точка в площині (с. 23 – 27 [1], с. 56 – 57 [2], с.61 – 63 [3]);
- Часні (приватні) положення прямої лінії в площині (с. 58 – 52 [2], с.62 –63[3]);
- Знаходження проєкцій плоских фігур (с. 56 – 58 [2], с. 64 –65 [3]);
- Взаємне положення двох площин та побудова лінії їх перетину (с. 20 – 24 [1], с. 60 – 62 [2], с.51 –53 [3]);

***До 2 – ї теми "Поверхні: багатогранники та тіла обертання" [ЛР №7 – ЛР №9]***

Друга тема (с. 29 –43 [1], с. 74 – 99 [2], с.68 – 114 [3]) знайомить з правилами побудови проєкцій та розгорток тіл обертання та багатогранників. Знайомить з розв'язанням метричних задач, оскільки на практиці геометричні образи найчастіше знаходяться в загальному положенні і треба їх привести із загального положення в окреме. Необхідно звернути увагу на такі базові знання і вміння:

- Побудова проєкцій багатогранників, знаходження проєкцій точок на їх поверхнях (с. 44 – 45 [2], с. 50 – 53 [3]);
- Побудова проєкцій тіл обертання, знаходження точок на їх поверхнях (с.12 [1], с. 41 [2]);
- Перетин геометричних тіл площиною, знаходження площин перерізу (с.11 - 12 [1], с. 41 - 42 [2]);
- Знаходження ліній взаємного перетину багатогранників (с. 42 – 47 [2], с.51 – 53 [3]);

- Знаходження лінії взаємного перетину тіл обертання (с. 15 – 16 [1], с. 47 – 49 [2], с. 53 – 56 [3]);
- Знаходження точок перетину лінії з геометричними тілами (с. 16 – 17 [1], с. 49 – 50 [2], с. 50 – 57 [3]);
- Побудова розгорток просторих фігур (с. 16 [1], с. 52 [2], с. 56 – 57 [3]).

**До 3 – ї теми "Основи технічного креслення" [ЛР №10 – ЛР №17]**

Третя тема (с. 88 – 103; 136 – 262 [1], с. 13 – 26; с. 100 - 207 [2], с. 13 – 29, 124 - 276 [3]) знайомить з правилами зображення предметів виробів та їх складових елементів на кресленнях, вимогами державних стандартів, єдиними вимогами виконання креслень, графіків, схем та інших графічних зображень, а також читання креслень та схем. При вивченні третьої теми необхідно звернути увагу на такі базові знання та вміння:

- Формати, масштаби, лінії та шрифти, що застосовуються при виконанні технічних креслень (с. 88 – 103 [1], с. 13 – 26 [2], с. 13 – 29 [3]);
- Розташування зображень на технічних кресленнях (види) (с. 96 – 97[1], с. 100 – 101 [2], с. 128 – 132 [3]);
- Розрізи та перерізи (с. 97 – 100 [1], с. 101 – 106 [2], с. 132 – 144 [3]);
- Правила нанесення розмірів на кресленнях (с. 101 – 103 [1], с. 20 – 26 [2], с. 26 – 29 [3]);
- Виконання спряжень (с. 110 – 117 [1], с. 33 – 35 [2], с. 38 – 41 [3]);
- Роз'ємні та нероз'ємні з'єднання (с. 173 – 229 [1], с. 111 – 132 [2], с. 165 – 169, 202 – 213 [3]);
- Виконання складальних вузлів, специфікації (с. 142 – 145, 235 – 248[1], с. 180 – 189 [2], с. 240 – 202 [3]);
- Ескізний проект та правила виконання ескізів (с. 150 – 167 [1], с. 146 – 177 [2], с. 170 – 202 [3]);
- Аксонометричні проєкції (с. 76 – 83 [1], с. 62 – 74 [2], с. 77 – 85 [3]);
- Умовні позначення у схемах та правила їх виконання (с. 252 – 262[1], с.193 – 206 [2], с. 266 – 279 [3]);
- Єдина система конструкторської документації (ЕСКД) (с. 10 – 12[2]).

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

### "Знаходження положення точки по заданим координатам. Епюр Монжа точки та прямої"

**Мета роботи:** – дати студентам знання, уміння та навички ортогонального проектування точки, знаходження положень точки по заданим координатам  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  у 8–ми октантах простору та зображати на рисунках площин проекції  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$ ,  $\Pi_3$  у простору і на епюрі Монжа.

**Пояснення.**

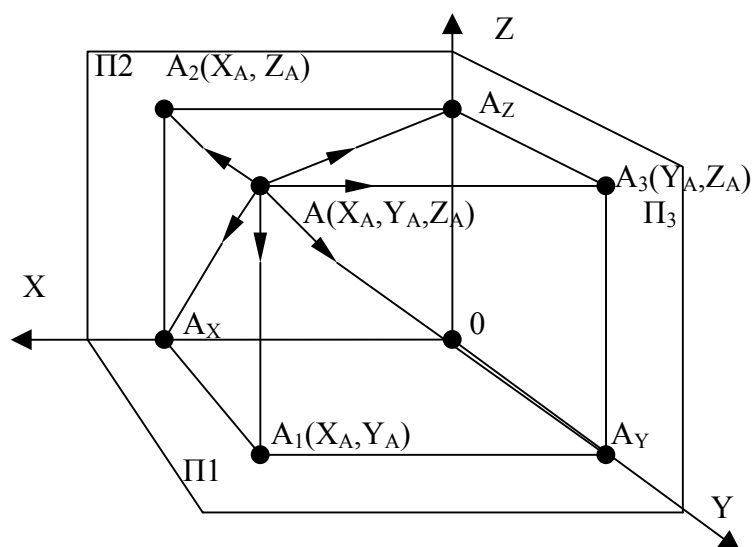


Рис. 1.1 - Прямокутна система площин проекції

Координатну площину  $xOy$  називають горизонтальною площиною проекцій  $\Pi_1$ ;

Координатну площину  $xOz$  називають фронтальною площиною проекцій  $\Pi_2$ ;

Координатну площину  $yOz$  називають профільною площиною проекцій  $\Pi_3$ ;

Осі координат, які є лініями перетину площин проекцій, називають осями проекціями  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$ , а початок координат ( $O$ ) – початок проекцій.

Таблиця 1.1 – Знаки координати точок у різних квадрантах

октанта	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
знак								
X	+	-	-	+	+	-	-	+
Y	+	+	+	+	-	-	-	-
Z	+	+	-	-	+	+	-	-

Очевидно конструкція, яка включає у себе дві перпендикулярні площини проєкції на яких будують ортогональні проєкції точок об'єкта, буде дуже великою і неспроможною. Було б добре мати інформацію про геометрію об'єкта на одній площині, тобто на листі паперу. Щоб це зробити, треба повернути площину П1 до суміщення з площиною П2 (Рис.1.2а). Цей рисунок називається Епюр Монжа, він першим його зробив.

Зрозуміло, що площини не мають кінця і тому на кресленні для зображення плоскої моделі точки достатньо зобразити тільки вісь проєкції і ортогональні проєкції точки (Рис. 1.2б).

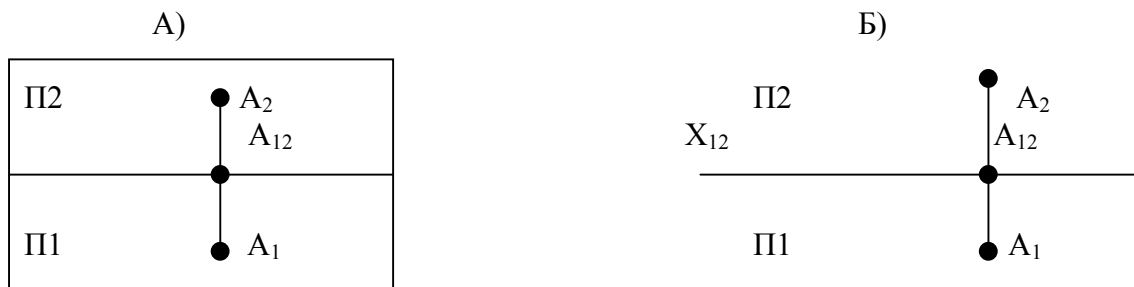


Рис.1.2 - Точка А ( $A_1, A_2$ ) на епюрі Монжа.

З рис.1.2 видно, що ортогональні проєкції ( $A_1$ ) і ( $A_2$ ) точки (А) на площині проєкції П1, П2 знаходяться на одній прямій, перпендикулярній осі точок. Ця пряма ( $A_1, A_2$ ) називається лінією зв'язку або напрямку проектування.

### Необхідні прилади та інструменти:

1. Папір – аркуш звіту: – 1;
2. Косинці – 1;
3. Лінійка – 1;
4. Креслярські олівці "Т" або "Н" та "ТМ" (НВ) – 2 – 3;
5. Креслярський циркуль – 1.

### Порядок проведення лабораторної роботи:

1. Контроль рівня підготовленості студентів до виконання лабораторної роботи.
2. Інструктаж по правилам охорони праці та оформлення його підсумків в журнал проведення ЛР.
3. Завдання студентам на ЛР:
  - 3.1 Побудувати наглядне зображення точки А. Варіант один для всіх студентів.

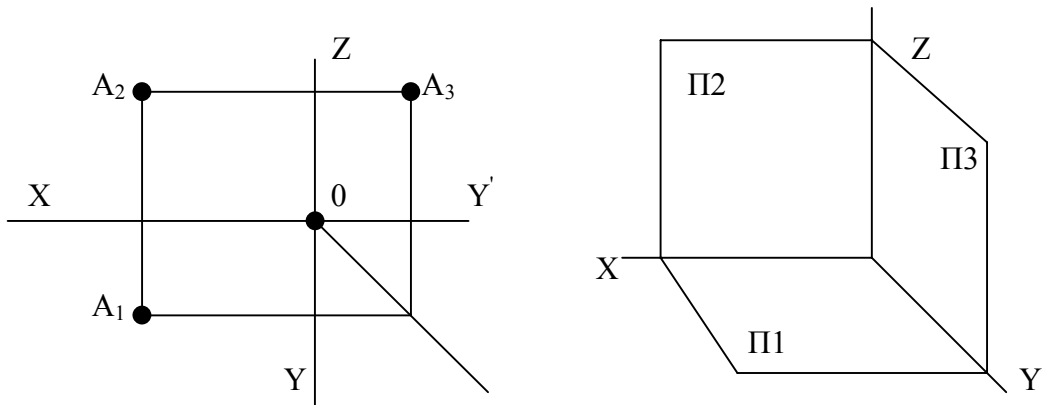


Рис 1.3 - Рисунок до завдання 3.1

1.2 По наглядному зображенню точки А побудувати її проєкції.  
Варіант один для всіх студентів.

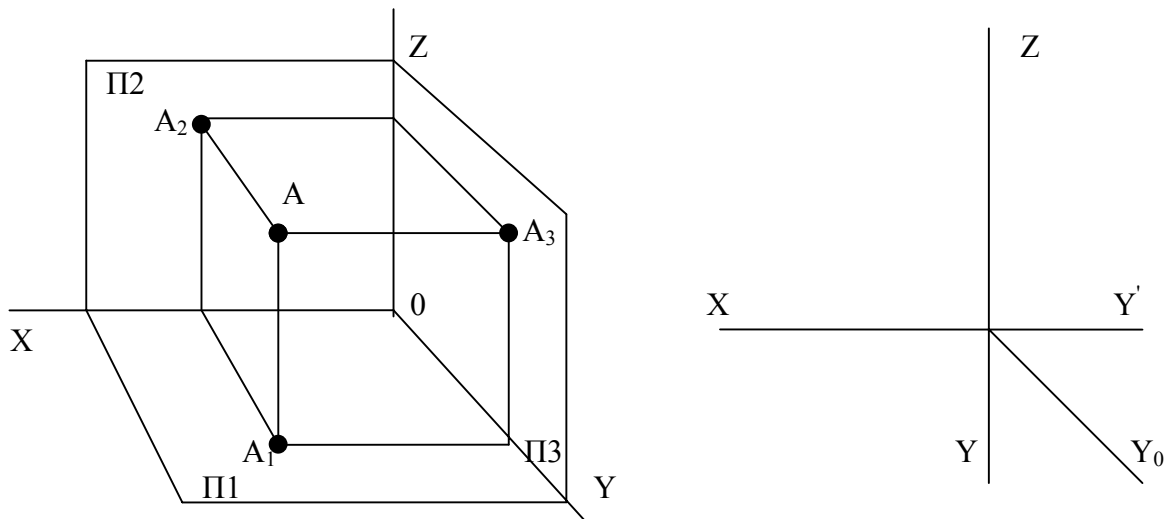


Рис.1.4 - Рисунки до завдання 3.2

1.3 Побудуйте проєкції точок, координати яких записані у таблиці 1.2

Таблиця 1.2 Координати точок

Координати точки	X	Y	Z
A	50	10	20
B	40	0	10
C	30	20	0
D	20	0	0



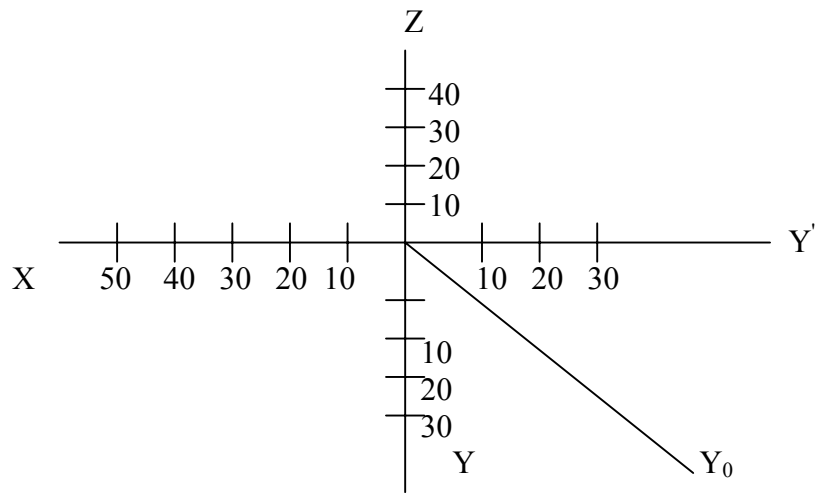


Рис.1.5 - Рисунок до завдання 3.3

Завдання виконується по 4 –м варіантам згідно до таблиці 1.3

Таблиця 1.3 Варіанти завдання

Варіант №	1	2	3	4
Точка	A	B	C	D

3.4 Запишіть координати точок A, B, C, D, E та побудуйте їхню третю проекцію.

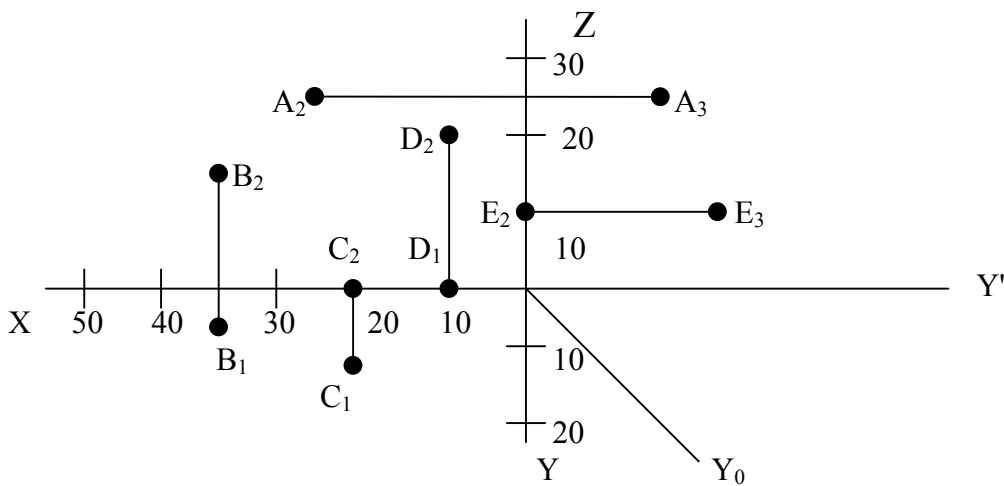


Рис.1.6 - Рисунок до завдання 3.4

Результати записати у вигляді таблиці

Координати	X	Y	Z
Точки			
A			
B			
C			
D			
E			

Завдання виконуються по 4 – м варіантам (табл. 1.4)

Таблиця 1.4 Варіанти завдання

Варіант №	1	2	3	4
Точка	D	C	B	A

3.5 Побудуйте наглядне зображення точок A, B, C, D (табл.1.5) в просторі та позначить октанту, де розташуватимуться точки A, B, C, D.

Таблиця 1.5 Координати точок, до завдання 3.5

Координати	X	Y	Z	Октанти
Точки				
A	12	17	20	
B	35	- 25	- 15	
C	40	25	- 20	
D	- 40	40	- 10	

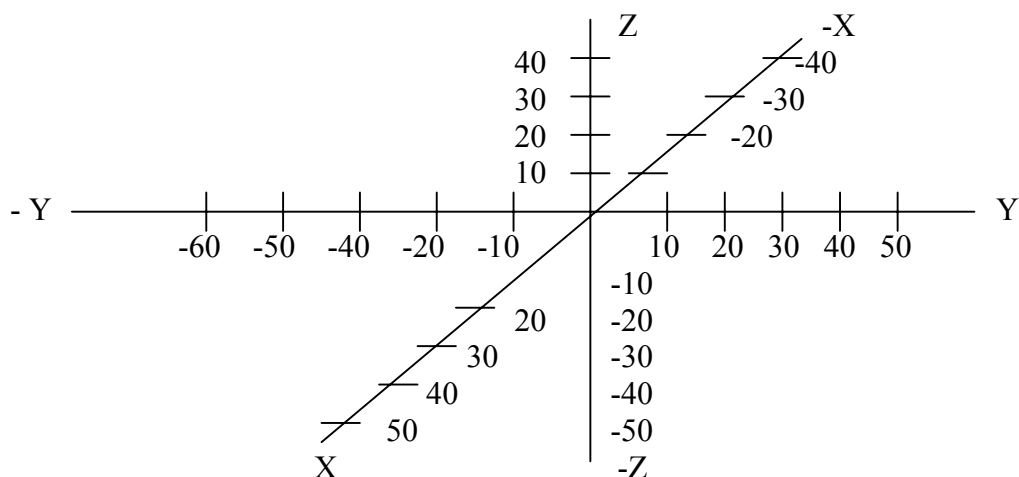


Рис.1.7 - Рисунок до завдання 3.5

Завдання виконуються по 4 – м варіантам (табл. 1.6)

Таблиця 1.6 Варіанти завдання

Варіант №	1	2	3	4
Точка	D	C	B	A

**Контрольні питання:**

1. Як називається площина проекції П1, П2, П3?
2. Як називаються лінії перетину площин проекцій  $xOy$ ,  $xOz$ ,  $yOz$ ?
3. Яку систему площин називаються прямокутною системою площин проекцій?
4. Який основний метод нарисної геометрії?
5. Коли зображення об'єкта (точки) на площині вважають повним та метрично визначеним?
6. Як можна отримати зображення точки на площині?
7. Як моделюється точка в системі ортогональних проекцій?

**Оформлення звіту та його захист**

1. Звіт по ЛР – 1 виконується на окремому аркуші спеціальної форми, приклад у викладача.
2. Захист ЛР – 1 проводиться індивідуально для кожного студента.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

### "Знаходження істинної довжини відрізка прямої та кутів її нахилу площини проєкцій"

**Мета роботи** – дати студентам знання, уміння та навички знаходження істинної довжини відрізка прямої та кутів її нахилу до площини проєкцій.

**Пояснення.**

**1. Визначення натуральної величини відрізка прямої та кутів її нахилу.**

Розглянемо відрізок (AB) прямої (a) у тривимірному просторі (рис.2.1).

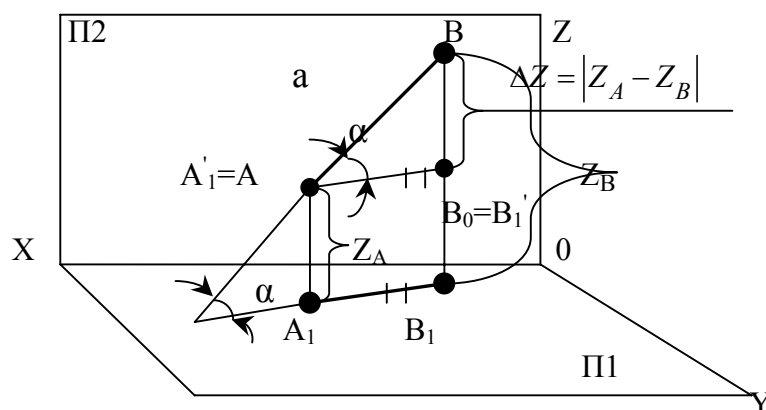


Рис. 2.1 - Відрізок прямої у тривимірному просторі

Нехай  $(A_1B_1)$  – горизонтальна проєкція відрізка (AB).

Якщо перемістити відрізок  $(A_1B_1)$  паралельно до себе так, щоб нове положення точки  $(A'_1)$  збіглося з точкою (A), то у прямокутному трикутнику  $(ABB_0)$  довжина відрізка (AB) дорівнює довжині гіпотенузи, довжина катета  $(AB_0)$  – довжині проєкції  $(A_1B_1)$  відрізка (AB) на горизонтальну площину проєкцій, а довжина катета  $(BB_0)$  є різницею відстаней кінцевих точок (A) (B) відрізка (AB) від горизонтальної площини проєкцій (П1) –  $(\Delta Z)$ .

Кут між гіпотенузою (AB) та катетом  $(AB_0)$  дорівнює куту нахилу відрізка (AB) до площини проєкцій (П1).

Такий спосіб позначення натуральної величини відрізка прямої називають **правилом прямокутного трикутника**, його застосування проілюстровано на рис.2.2.

Аналогічно можна визначити натуральну величину відрізка прямої на :

- Фронтальній площині проєкцій (П2) (рис.2.3), де різниця відстаней кінцевих точок відрізка від площини проєкцій (П2) –  $(\Delta Y)$ , а кут нахилу до неї –  $\beta$ ;
- Профільній площині проєкцій (П3) (рис.2.4), де різниця відстаней кінцевих точок відрізка від площини проєкцій (П3) –  $(\Delta X)$ , а кут нахилу до неї –  $\gamma$ .

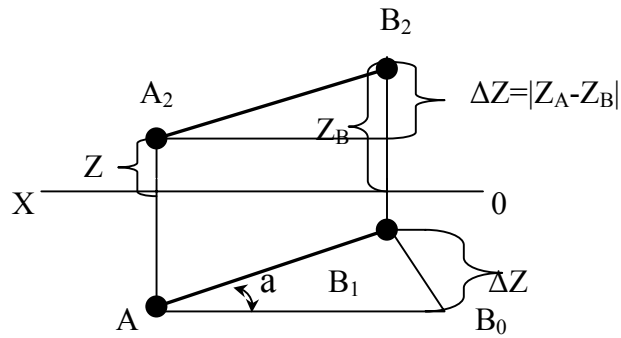


Рис. 2.2 - Правило прямокутного трикутника

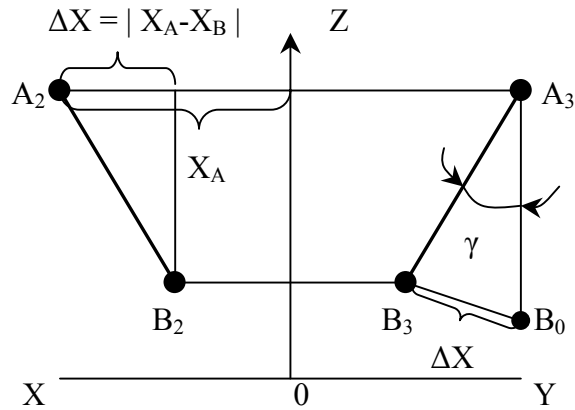
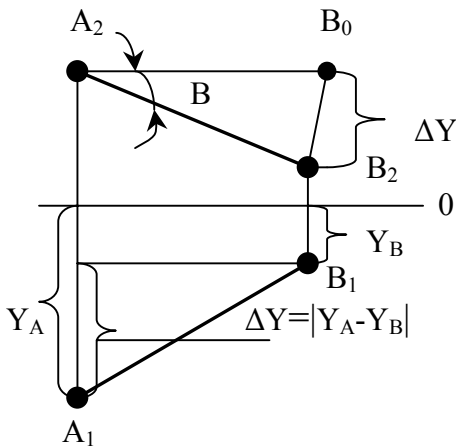


Рис.2.3- Фронтальна площина проєкцій      Рис.2.4-Профільна площина проєкцій

### Необхідні прилади та інструменти:

1. Папір – аркуш звіту: – 1;
2. Косинці – 1;
3. Лінійка – 1;
4. Креслярські олівці "Т" або "Н" та "ТМ" (НВ) – 2 – 3;
5. Креслярський циркуль – 1.

### Порядок проведення лабораторної роботи:

1. Контроль рівня підготовленості студентів до виконання лабораторної роботи.
2. Інструктаж по правилам охорони праці та оформлення його підсумків в журнал проведення ЛР.
3. Завдання студентам на ЛР:
  - 3.1. за двома проєкціями відрізка прямої (АВ) побудувати третю проєкцію та відзначити дійсну (натуральну) довжину відрізка. Один варіант для всіх студентів.

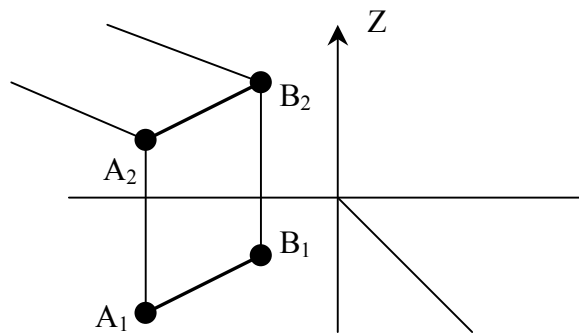


Рис. 2.5 - Рисунок до завдання 3.1

3.2. Побудувати три проекції горизонтального відрізка (CD), дійсною довжиною (L), який віддалений від площини (П1) на відстані (Z), та під кутом ( $\varphi$ ) до площини (П2). Вихідні данні та варіанти завдання знаходяться у таблиці 2.1

Таблиця 2.1 Вихідні данні та варіанти до завдання 3.2

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Задання											
h,мм	45	20	43	25	23	40	28	15	38	20	18
Z,мм	5	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10
$\varphi$ ,град.	30	60	30	45	60	30	45	60	30	45	60

Продовження таблиці 2.1

Варіант	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Задання											
h,мм	35	30	25	30	20	25	20	23	18	25	20
Z,мм	15	20	25	5	10	10	15	20	25	10	15
$\varphi$ ,град.	30	45	60	30	45	30	45	60	30	60	30

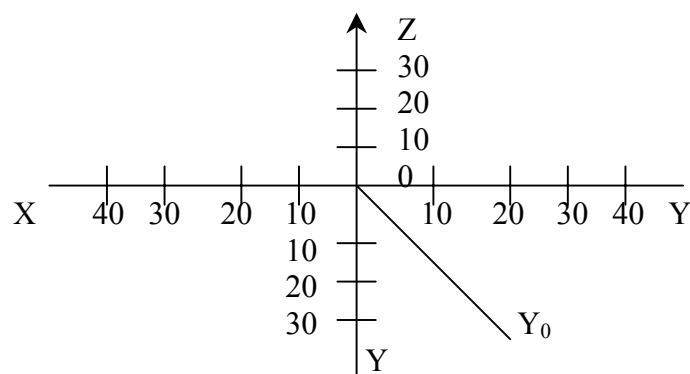


Рис.2.6 - Рисунок до завдання 3.2

3.3 Побудуйте три проекції горизонтально – проєктованого відрізка (BF) на віддаленні (Y) від площини ( $\Pi_2$ ) та (X) від площини ( $\Pi_3$ ). Дійсна довжина (EF) дорівнює (L). Вихідні дані знаходяться у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 Вихідні дані до завдання 3.3

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Задання													
X,мм	5	8	10	12	15	18	20	22	25	28	30	33	35
Y,мм	22	25	28	30	32	35	7	13	17	33	0	5	8
L,мм	40	38	35	32	30	28	25	22	20	18	15	13	10

Продовження таблиці 2.2

Варіант	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Задання													
X,мм	38	40	43	45	47	50	52	55	58	60	17	23	32
Y,мм	10	12	15	18	20	6	9	11	13	16	19	21	24
L,мм	12	14	16	19	21	19	24	26	23	7	27	8	33

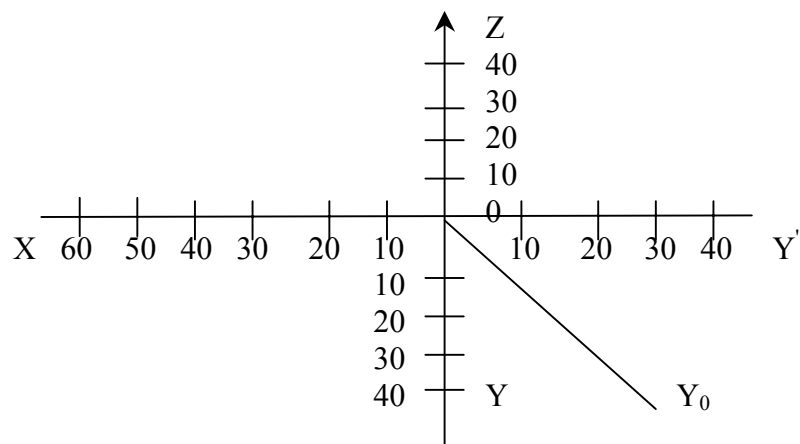


Рис.2.7 - Рисунок до завдання 3.3

3.4 Провести в першій октанті через точку (A) пряму , що складає з площиною проєкції ( $\Pi_1$ ) кут  $30^\circ$  та з ( $\Pi_2$ ) кут  $45^\circ$  (рис.2.8а). Один варіант для всіх студентів.

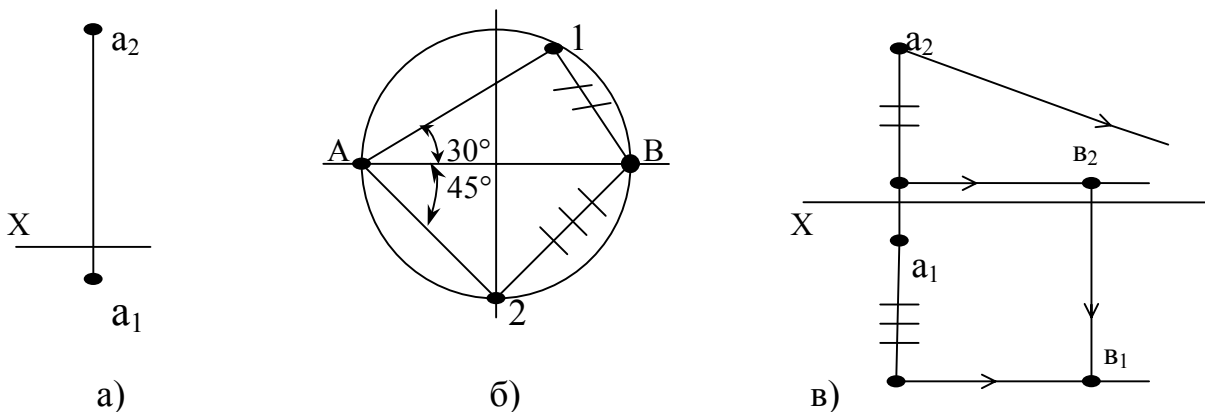


Рис. 2.8 - Рисунки до завдання 3.4:

де АВ – гіпотенуза;

- A-1 – катет (горизонтальна проекція АВ);
- A-2 – катет (фронтальна проекція АВ);
- B-1 – різниця відстані кінців відрізка (АВ) от (П1), ( $\Delta Z$ );
- B-2 – різниця відстані кінців відрізка (АВ) от П2 ( $\Delta Y$ ).

3.5 Розділити відрізок (АВ) точкою (С) у відношенні  $\frac{AB}{CB} = \frac{3}{2}$  (Рис 2.9а).

Один варіант для всіх студентів.

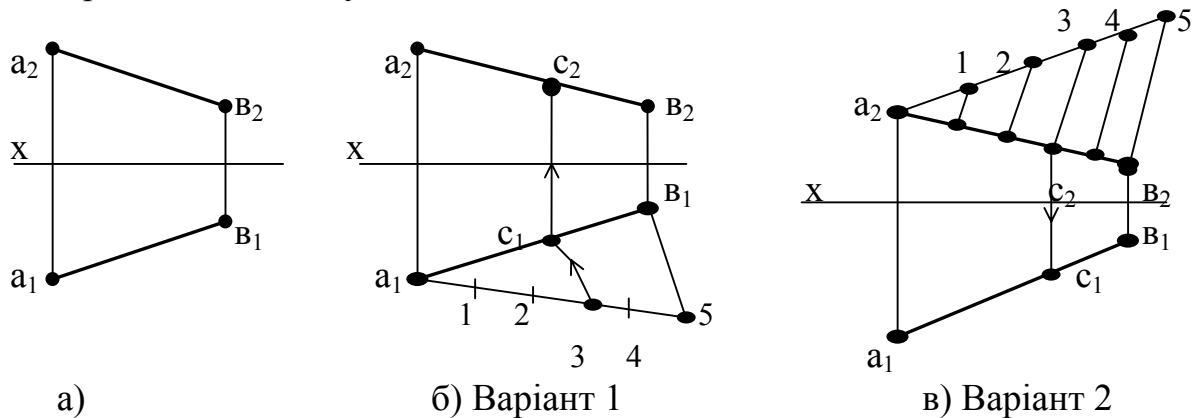


Рис.2.9 - Рисунки до завдання 3.5:

$a_1 a_5$  ( $a_2 5$ ) – довільна пряма;  
 $a_1 (a_2) \div 1; 1 \div 2; 2 \div 3; 3 \div 4; 4 \div 5$  – п'ять рівних частин;  
 точка (с) ( $c_1, c_2$ ) – ділить відрізок прямої (АВ) у відношенні 3 :2, починаючи з точки (А)

Якщо студент не може виконати завдання, то необхідно звернутися до викладеним нижче – консультаціям №1 та консультація №2.

Консультація №1 "Знаходження істинної довжини відрізка за його проекціями"

Знаходження істинної довжини відрізка є дуже актуальною задачею. Треба знайти довжину відрізка прямої (АВ) загального положення, яка задана проекціями ( $a_1, b_1$ ) і ( $a_2, b_2$ ).

Для розв'язання задачі (рис.2.10) треба пам'ятати, що проекції ( $a_1, b_2$ ) і ( $a_2, b_1$ ) за довжиною дорівнюють катетам прямокутних трикутників, які побудовані на площинах, паралельних площинам проекції і мають гіпотенузу (АВ).

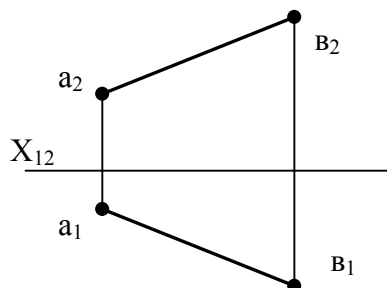


Рис. 2.10 - Рисунок до консультації №1

Тоді до розв'язання задачі треба:



1. Вибрати будь – яку проекцію (наприклад  $(a_2, v_2)$ ) і провести через будь – який кінець (наприклад  $a_2$ ) пряму  $(a_2, m)$ , паралельну  $(x_{12})$ . Отримаємо точку (2) перехрестя прямих  $(v_1, v_2)$  і  $(a_2, m)$ .

2. Через точку  $(v_1)$  провести пряму  $(v_1, n)$  перпендикулярну до відрізка  $(a_1, v_1)$ .

3. За допомогою циркуля виміряти  $(v_2, 2)$  і відкласти його на прямій  $(v_1, n)$  від точки  $(v_1)$ . Отримаємо точку (1).

4. Провести через точки  $(a_1)$  і (1) пряму. Отриманий відрізок  $(a_1, 1)$  дорівнює довжині прямої  $(AB)$ .

Задача розв'язана (рис.2.11).

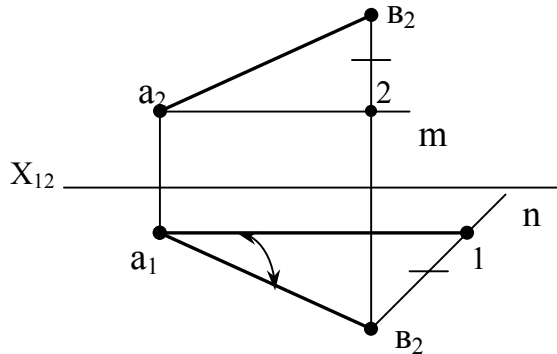


Рис. 2.11 - Істинна довжина відрізка

Слід сказати, що кут  $(\angle v_1 a_1 1)$  дорівнює куту між прямою  $(AB)$  та площиною  $(\Pi_1)$ . Якщо було б треба знайти кут між прямою  $(AB)$  та площиною  $(\Pi_2)$ , то треба було зробити усі побудови навколо проекції  $(a_2, v_2)$ .

#### Консультація №2 "Розподіл відрізка у заданій пропорції"

Треба розподілити відрізок  $(AB)$ , який заданий проекціями  $(a_1, v_1)$  та  $(a_2, v_2)$ , у пропорції, в якій крапка  $(L)$  розподіляє відрізок  $(mn)$  (рис.2.12).

Розв'язання задачі:

1. Необхідно вибрати будь – яку проекцію відрізка  $AB$  (наприклад  $a_1, v_1$ ) і від будь – якого його кінця (наприклад з точки  $a_1$ ) під будь – яким кутом провести пряму  $(a_1, c_1)$ .

2. За допомогою циркуля виміряти відрізок  $(m L)$  і відкласти його на прямій  $(a_1, c_1)$  від точки  $(a_1)$ . Отримаємо точку (1).

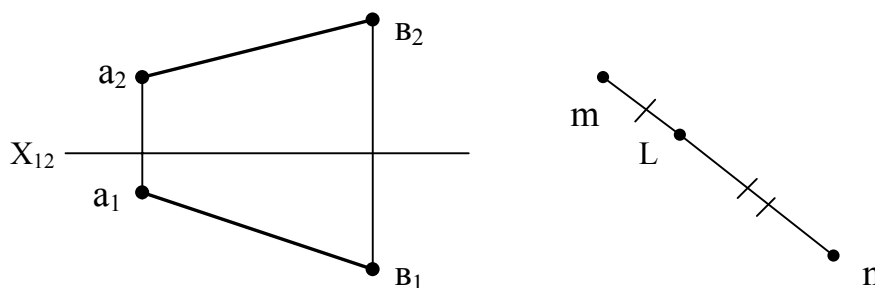


Рис.2.12 -Рисунок до консультації №2

3. Так само виміряти відрізок  $(L n)$  та відкласти його на прямій  $(a_1, c_1)$  від точки (1). Отримаємо точку (2).

4. Провести пряму скрізь точки (2) та ( $v_1$ ).
  5. Скрізь точку (1) проводимо пряму, паралельну прямої (2,  $v_1$ ) до перехрестя з проекцією ( $a_1, v_1$ ). Отримуємо точку ( $c_1$ ).
  6. Проектуємо точку ( $c_1$ ) на проекцію ( $a_2, v_2$ ) та отримуємо точку ( $c_2$ ).
- Отримані точки ( $c_1$ ) та ( $c_2$ ) є проекціями точки ( $c$ ), яка розподіляє відрізок ( $AB$ ) у заданій пропорції (рис.2.13).

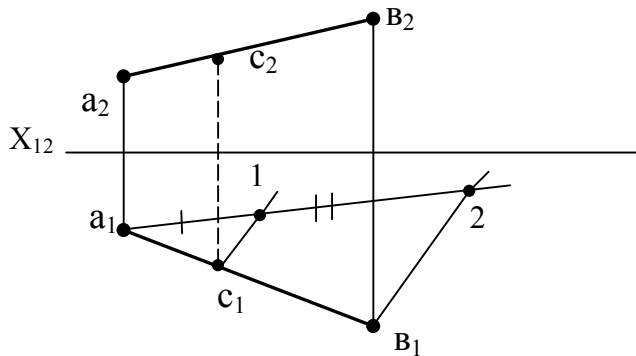


Рис.2.13 - Розподіл відрізка у заданій пропорції

### Контрольні питання:

1. Як визначити натуральну величину відрізка прямої?
2. Як називають такий спосіб визначення натуральної величини відрізка прямої?
3. Що визначає  $\Delta Y$ ,  $Y_A$ ,  $Y_B$ ?
4. Що визначає  $\Delta X$ ,  $X_A$ ,  $X_B$ ?
5. Що визначає  $\Delta Z$ ,  $Z_A$ ,  $Z_B$ ?

### Оформлення звіту та його захист

3. Звіт по ЛР – 2 виконується на окремому аркуші спеціальної форми, приклад у викладача.
4. Захист ЛР – 2 проводиться індивідуально для кожного студента.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

### "Взаємне положення прямих та їх проєкцій"

**Мета роботи** – дати студентам знання, уміння та навички з моделювання прямої, двох прямих, а також побудови слідів прямої (горизонтальних, фронтальних та профільних).

#### **Пояснення.**

**Моделювання прямої**, наприклад (AB).

Визначником прямої є дві точки (A) та (B). Модель прямої у прямокутній системі площин проєкцій можна задати проєкціями двох її точок (рис.3.1).

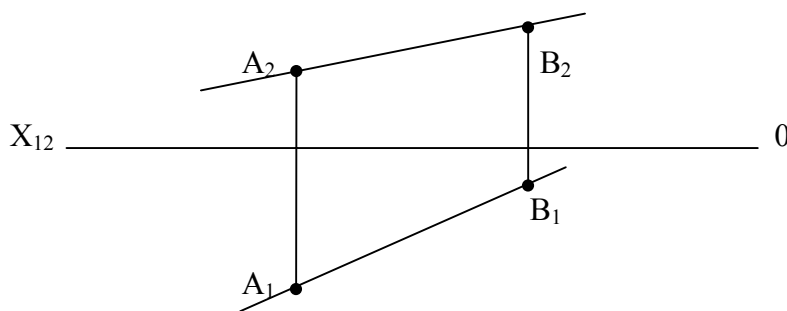


Рис.3.1- Модель прямої у прямокутній системі площин

Таке зображення прямої називають комплексним рисунком прямої. Точка належить прямій, якщо її проєкції належить до однойменних проєкцій прямої. Порівнявши координати точки простору та прямої, можна визначити їх взаємне положення.

Сліди прямої називають її перетин з площинами проєкцій. Перетин з площиною (П1) має назву горизонтального сліду, з (П2) – фронтального, а з (П3) – профільного. Це означає, що для кожного сліду одна з координат дорівнює нулю. На рис.3.2 зображено горизонтальний (M) та фронтальний (N) сліди прямої. На рис.3.3 показано схему побудови слідів прямої (AB). Горизонтальний слід (M) має координату  $X_M=0$ . Його фронтальна проєкція визначається перетином фронтальної проєкції та осі (OX). Фронтальний слід (N) має координату  $Y_N=0$ . Його горизонтальна проєкція визначається перетином горизонтальної проєкції прямої та осі (OX).

#### **Відносне положення прямої та площини проєкцій.**

Пряму, довільно розташовану відносно площин проєкцій, називають прямою загального положення (див. рис.3.1 – 3.3). Окремі положення займає пряма, паралельна хоча б до однієї з площин проєкцій.

Пряму (AB), паралельну до площини проєкцій (П1) (рис.3.4) називають горизонтальною (горизонталлю). Таку пряму, як правило, позначають літерою (h), а її відрізок та кут ( $\beta$ ) її нахилу до площини проєкцій (П2) відображаються в натуральну величину на площині проєкцій (П1).

Пряму (CD), паралельну до площини проєкцій (П2) називають фронтальною (фронталлю) і позначають літерою (f). Її відрізок та кут ( $\alpha$ ) нахилу до площини проєкцій (П1) відображають в натуральну величину на площині проєкцій (П2) (рис.3.5).

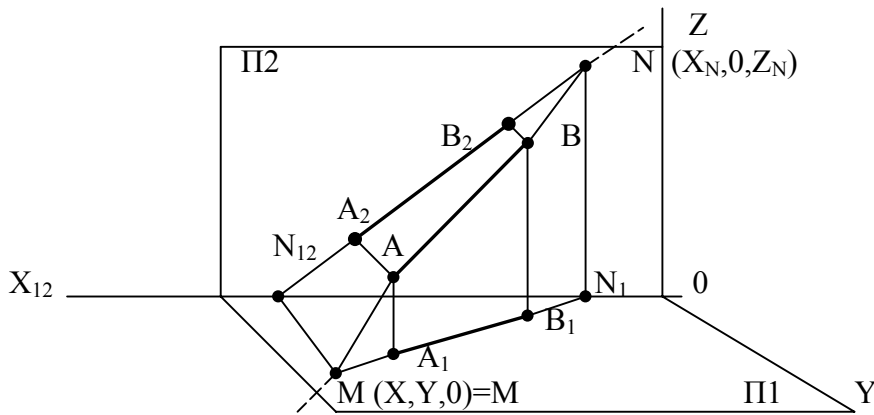


Рис.3.2 - Горизонтальний (M) та фронтальний (N) сліди прямої

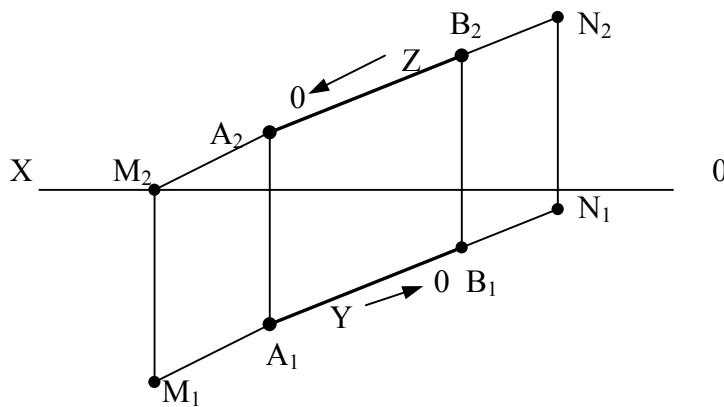


Рис.3.3 - Схема побудови слідів прямої (AB)

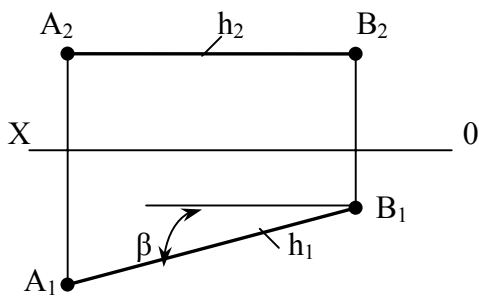


Рис.3.4 - Горизонталь

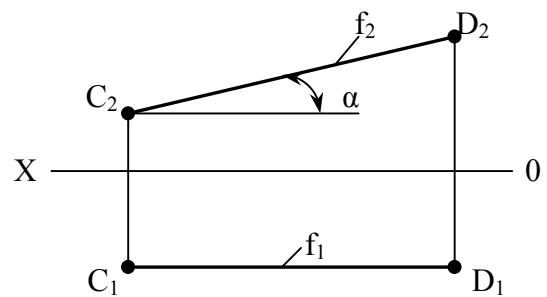


Рис.3.5 - Фронталь

Пряму (EF), паралельну до площини проєкцій (П3) називають профільною прямою і позначають літерою (p). Її відрізок та кути нахилу ( $\beta$ ) до площини (П1) і ( $\alpha$ ) до площини проєкцій (П2) відображаються на площині проєкцій (П3) у натуральну величину (рис.3.6). Прямі, перпендикулярні до однієї з площин проєкцій називаються проєктованими (рис.3.7).

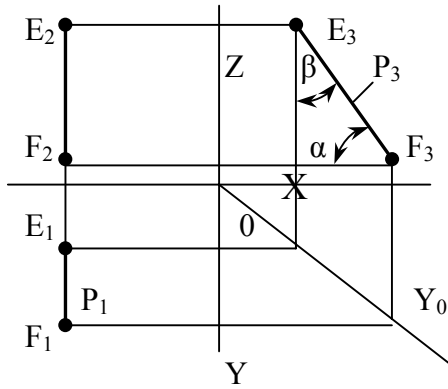


Рис.3.6 – Профільна пряма

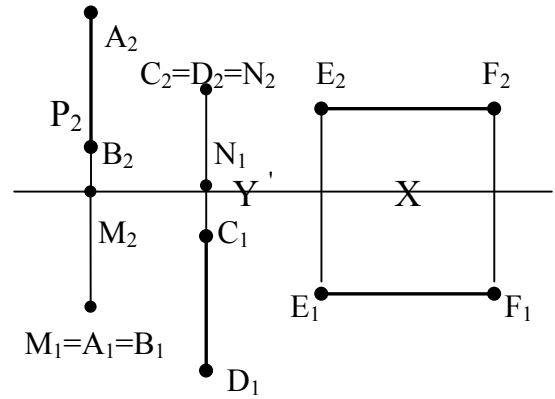


Рис.3.7– Проектовані прямі

Пряму (AB), перпендикулярну до (П1) називають горизонтально – проективною. Пряма (CD) перпендикулярна до (П2) – фронтально – проективною, а пряму (EF), перпендикулярну до (П3) – профільно – проективною. Кожна з таких прямих проектується на перпендикулярну до неї площину точкою, яка водночас є проекцією ті слідом (M, N) та має назву сліду – проекції. Слід – проекція має збиральні властивості, тобто кожна точка такої прямої проектується у її слід – проекцію.

Будь – які дві точки проекрованої прямої називають конкуруючими. Це, наприклад, точка (A) та (B) прямої (AB), (C) та (D) прямої (CD), (E) та (F) прямої (EF). З двох конкуруючих точок на сліді –п проекції видима та, яка має більшу координату. Наприклад, на горизонтальній проекції прямої (AB) видимою є точка (A), на фронтальній проекції прямої (CD), видима точка (D), а на профільній проекції прямої (FE) – точка (E).

**Взаємне положення двох прямих.**

Паралельність двох прямих відображається на комплексному рисунку паралельністю їх проекцій (рис. 3.8).

Перетин двох прямих – спільною точкою, проекції якої розташовані на одній лінії зв'язку (рис. 3.9).

Мимобіжні прямі не мають спільних точок (рис. 3.10).

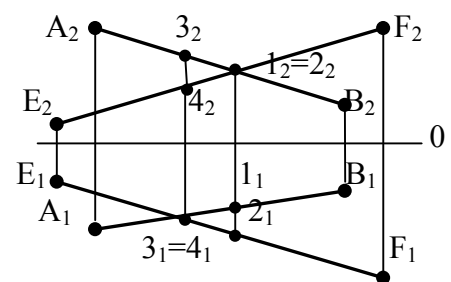
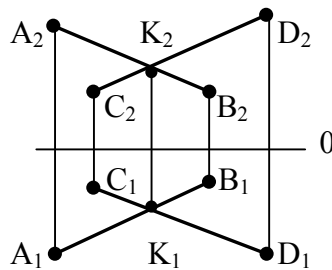
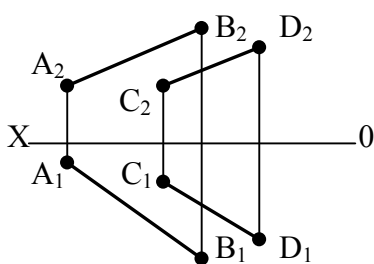


Рис.3.8 - Паралельність.

Рис.3.9 - Перетин

Рис.3.10 - Мимобіжні прямих

### Необхідні прилади та інструменти:

1. Папір – аркуш звіту: – 1;
2. Косинці – 1;
3. Лінійка – 1;
4. Креслярські олівці "Т" або "Н" та "ТМ" (НВ) – 2 – 3;
5. Креслярський циркуль – 1.

### Порядок проведення лабораторної роботи:

1. Контроль рівня підготовленості студентів до виконання лабораторної роботи.
2. Інструктаж по правилам охорони праці та оформлення його підсумків в журнал проведення ЛР.
3. Завдання студентам на ЛР:
  - 3.1. На прямій (АВ) відзначити точки:
    - (С) на відстані (Х) від площини (П3);
    - (D) на відстані (Y) від площини (П2);
    - (E) на відстані (Z) від площини (П1).

Вихідні данні у таблиці 3.1. Виконання завдання згідно з номерами варіантів (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 Вихідні данні та варіанти до завдання 3.1

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Коор - ти															
X,мм															
Y,мм															
Z,мм															

Продовження таблиці 3.1

Варіант															
Коор - ти															
X,мм															
Y,мм															
Z,мм															

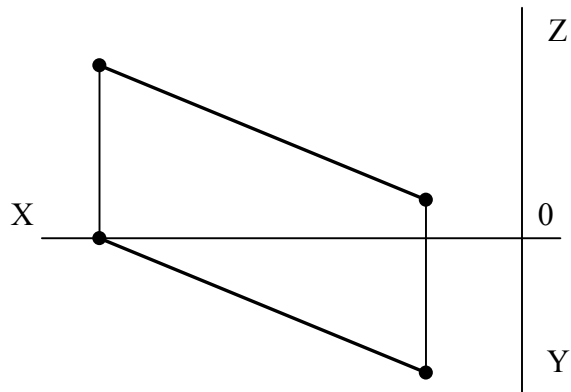


Рис. 3.11 – Рисунок до завдання 3.1

3.2. Провести через точку (C) пряму (CD):

- паралельну (AB),
- пряму (CE) перетину з (AB),
- пряму (CF), мимобіжну з (AB). Вихідні данні та варіанти знаходяться у таблиці 2.4

Таблиця 3.2 Вихідні данні до завдання 3.2

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Коор - ти														
X,мм	65	63	60	58	55	52	50	48	45	43	40	38	35	32
Y,мм	10	12	14	15	17	16	18	20	22	25	13	18	12	15
Z,мм	35	33	30	28	25	26	28	30	32	35	36	38	15	12

Продовження таблиці 3.2

Варіант	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Коор - ти															
X,мм	30	28	26	25	23	20	18	15	22	24	34	36	42	44	40
Y,мм	15	10	40	38	12	10	38	36	40	12	14	16	15	17	18
Z,мм	10	12	14	16	18	20	22	25	15	18	10	32	35	37	21

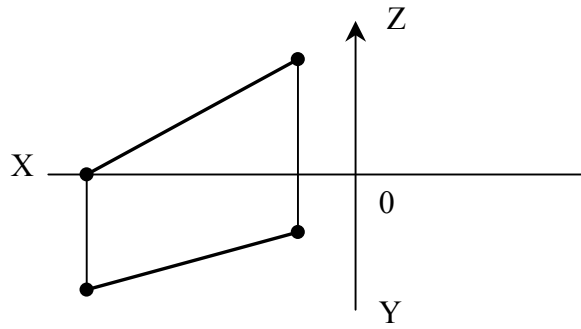


Рис. 3.12 - Рисунок до завдання 3.2

1.4 Побудуйте горизонтальну пряму (BF), перетинаючи прямі (AB) та (CD). Один варіант для всіх студентів.

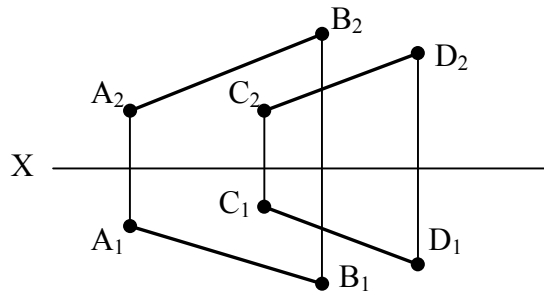


Рис. 3.13 - Рисунок до завдання 3.3

3.4 Побудуйте фронтальну пряму (KL), перетинаючи (AB) та (CD). Один варіант для всіх студентів.

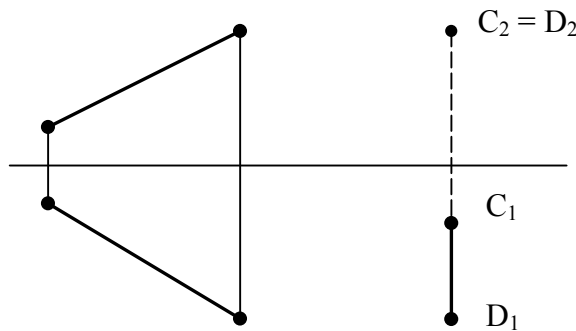


Рис. 3.14 - Рисунок до завдання 3.4

3.5 Побудувати сліди прямої, що проходить через точку (A) та (B) (рис.3.15) та вказати через які четверті простору вона проходить. Один варіант для всіх студентів.

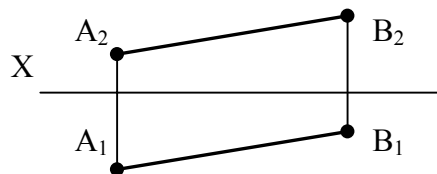


Рис. 3.15 - Рисунок до завдання 3.5



1.5 Побудувати проекції прямої, якщо відомо положення проекцій її слідів (рис. 3.16) та вкажіть через котрі четверті простору вона проходить. Один варіант для всіх студентів.

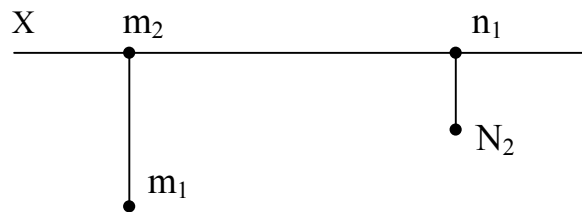


Рис. 3.16 - рисунок до завдання 3.6

### Контрольні питання:

1. Як моделюється пряма на комплексному рисунку?
2. Що таке визначник прямої?
3. Навести основні визначники прямої.
4. Як визначити належність точки до прямої?
5. Що називається слідом прямої?
6. Які ви знаєте сліди?
7. Яку пряму називають – горизонталлю?
8. Яку пряму називають – фронталлю?
9. Яку пряму називають горизонтально – проективною?
10. Яку пряму називають фронтально – та профільно – проективною?
11. Взаємне положення двох прямих можливо у кількох випадках?

### Оформлення звіту та його захист

1. Звіт по ЛР – 3 виконується на окремому аркуші спеціальної форми, приклад у викладача.
2. Захист ЛР – 3 проводиться індивідуально для кожного студента.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

### "Знаходження слідів площин при різних способах її завдання"

**Мета** – дати студентам знання, уміння та навички побудови можливих варіантів завдання площин на епюрі Монжа, побудови прямої, яка належить заданій площині, знаходження лінії рівня та слідів площини.

**Пояснення:**

Основним визначником площини є три її точки, що не лежать на одній прямій. Наприклад,  $\Sigma (A, B, C)$  – площина ( $\Sigma$ ), задана трьома точками (A), (B) та (C).

**Модель площин у прямокутній системі** площин проекцій можна задати проекціями трьох її точок (4.1а). Таке зображення площини називається її комплексним рисунком. Площину можна задати й допоміжними визначниками, утвореними об'єднанням точок основного визначника:

- прямою та точкою –  $\Delta (BC, A)$  (рис.4.1б);
- двома прямими, що перетинаються –  $\Gamma (AB \cap AC)$  (рис.4.1в);
- двома паралельними прямими  $\Sigma (AB \parallel CD)$  (рис.4.1г);
- будь – якою плоскою фігурою –  $\Psi (\Delta ABC)$  (рис.4.1д).

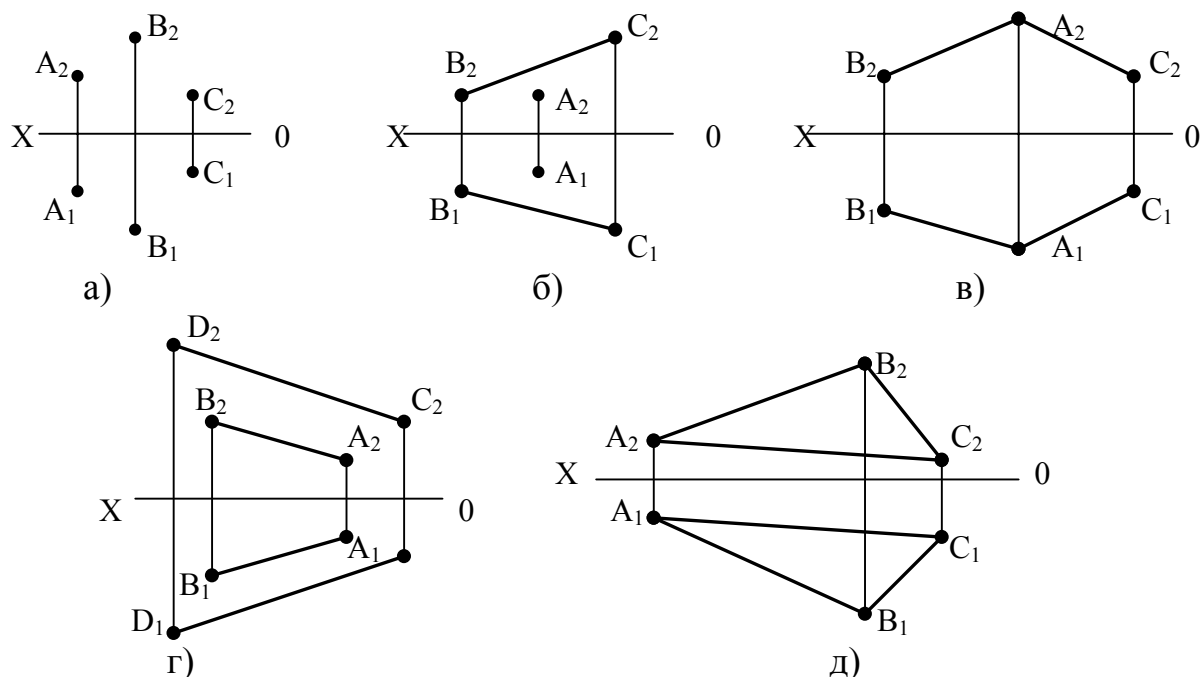


Рис. 4.1 - Модель площин у прямокутній системі

Відсіком площини називають її обмежену частину.

Пряма належить площині якщо:

- має з нею дві спільні точки;
- має з нею спільну точку та паралельна до прямої цієї площини.

Прямі, які належать площині та паралельні до якоїсь з площин проєкцій називаються лініями рівня.

На рис.4.2 побудовано горизонталь ( $h$ ) площини  $\Sigma$  ( $AB \cap AC$ ), відстань (рівень) якої від площини ( $\Pi_1$ ) дорівнює ( $Z_h$ ). Будь – яка інша горизонталь ( $h'$ ) цієї площини паралельна до ( $h$ ). Рівень фронталі площини визначається координатою ( $Y_f$ ), а профільної прямої площини – ( $X_p$ ).

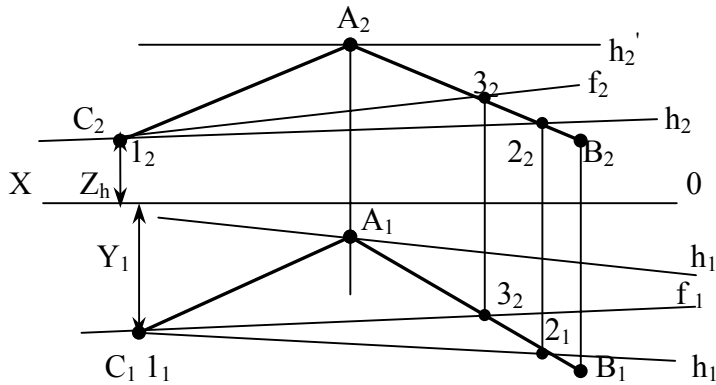


Рис.4.2 - Горизонталь ( $h$ ) площини  $\Sigma$  ( $AB \cap AC$ )

Точка належить площині, якщо вона належить прямій цієї площини, рис.4.3 – де  $\epsilon \Sigma$  ( $ABC$ ).

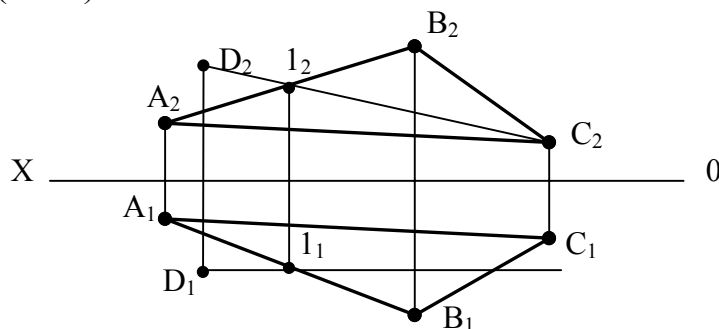


Рис. 4.3 - Точка, що належить прямій

Слідами площин називають лінії її перетину з площинами проєкцій (рис.4.4 а, б). Перетин з площиною ( $\Pi_1$ ) має назву горизонтального сліду, а з ( $\Pi_2$ ) – фронтального, з ( $\Pi_3$ ) – профільного. Це означає, що для кожного сліду одна з координат усіх його точок однакова та дорівнює нулю. Інакше кажучи, кожний слід є нульовою лінією рівня площини ( $Z_{h0} = 0$ ,  $Y_{f0} = 0$ ,  $X_{p0} = 0$ ).

Точки перетину слідів називають точками збігу слідів ( $\Sigma_x$ ,  $\Sigma_y$ ,  $\Sigma_z$ ). Якщо будь – які прямі площини, її сліди на комплексному рисунку можна побудувати:

- за двома точками – слідами двох прямих, що належать площині, наприклад, на рис.4.4а фронтальний слід ( $f^0$ ) визначається слідами ( $N$ ) та ( $K$ ) прямих (а) та (в) площин.

- за точкою (слідом будь – якої прямої) та напрямом – паралельності до будь – якої лінії рівня площини; наприклад, на рис.4.4а нульову фронталь ( $f^0$ )

можна побудувати як пряму, паралельну до фронталі (f) площини й таку, що проходить через слід (F) прямої (h).

На рис.4.4 проілюстровано побудову слідів площини  $\Sigma (h \cap f)$ :

фронтального ( $f^0$ ) за слідом (F) горизонталі (h) та паралельного до фронталі (f) площини; горизонтального ( $h^0$ ) за точкою збігу слідів  $\Sigma_X$  та паралельного до горизонталі площини (h).

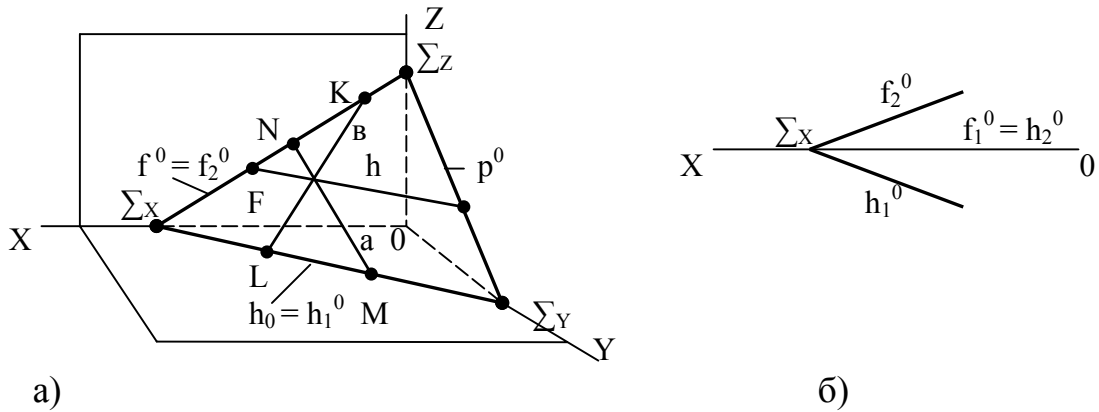


Рис. 4.4 Сліди площини

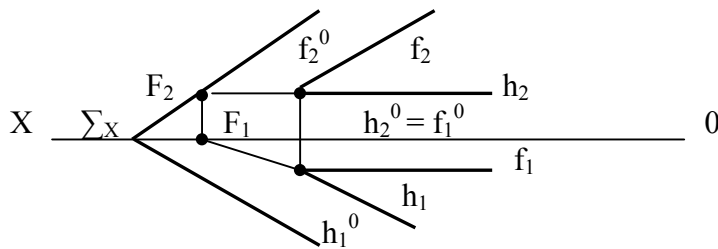


Рис.4.5 - Сліди площини  $\Sigma (h \cap f)$

### Необхідні прилади та інструменти:

1. Папір – аркуш звіту: – 1;
2. Лінійка – 1;
3. Креслярські олівці "Т" або "Н" та "ТМ" (НВ) – 2 – 3;
4. Креслярський циркуль – 1.

### Порядок проведення лабораторної роботи:

1. Контроль рівня підготовленості студентів до виконання лабораторної роботи.
2. Інструктаж по правилам охорони праці та оформлення його підсумків в журнал проведення ЛР.
3. Завдання студентам на ЛР:
  - 3.1 На відстані 15 мм від площини (П2) провести фронтальну площину (Q), задану двома паралельними прямими (AB) та (CD). Завдання виконуються по варіантам №1 та №2:

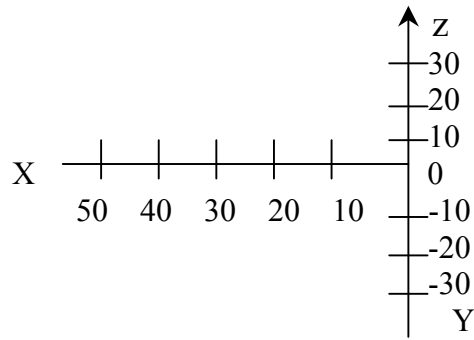


Рис. 4.6 - Рисунок до завдання 3.1

3.2 У площині заданій трикутником, побудуйте горизонталь та фронталь. Завдання виконуються по варіантам №1 та №2:

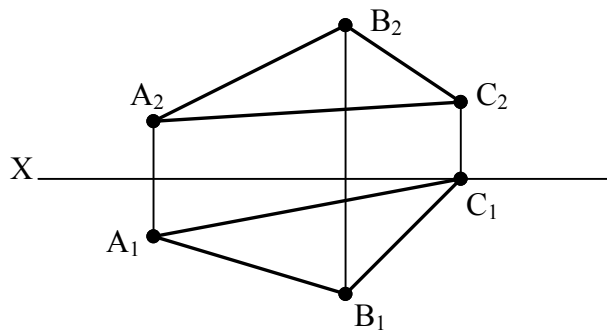


Рис. 4.7 - Рисунок до завдання 3.2

3.3 Побудуйте профільний слід площини ( $\Theta_{ПЗ}$ ). Знайдіть фронтальну проекції трикутника (ABC), який лежить у площині ( $\Theta$ ). Завдання виконуються по варіантам №1 та №2:

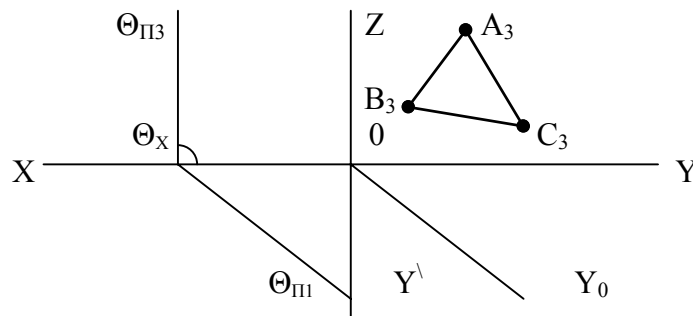


Рис.4.8 - Рисунок до завдання 3.3

3.4 В задачах (а) та (б) побудуйте горизонтальну проекцію трикутника (ABC), який належить площині ( $\Theta$ ), заданій слідами, та площині, заданій трикутниками (DEF) (використовуйте умови належності геометричних елементів). Завдання виконуються по варіантам №1 та №2:

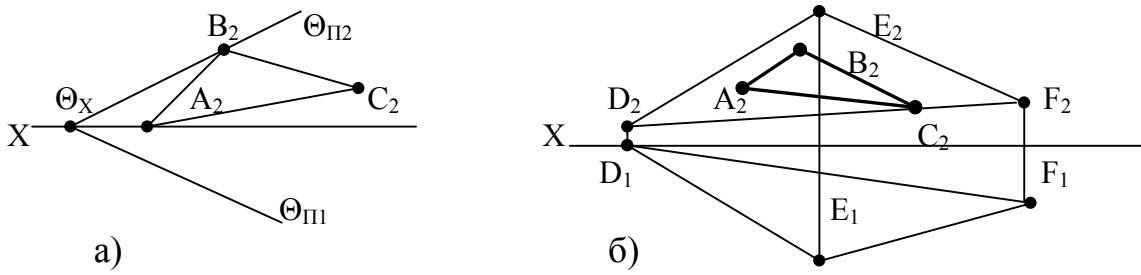


Рис. 4.9 - Рисунок до завдання 3.4

3.5 В площині заданій прямою (AB) та точкою (C) провести через точку (A) лінію нахилу площині (рис.4.9 а, б). Завдання виконуються по варіантам №1 та №2:

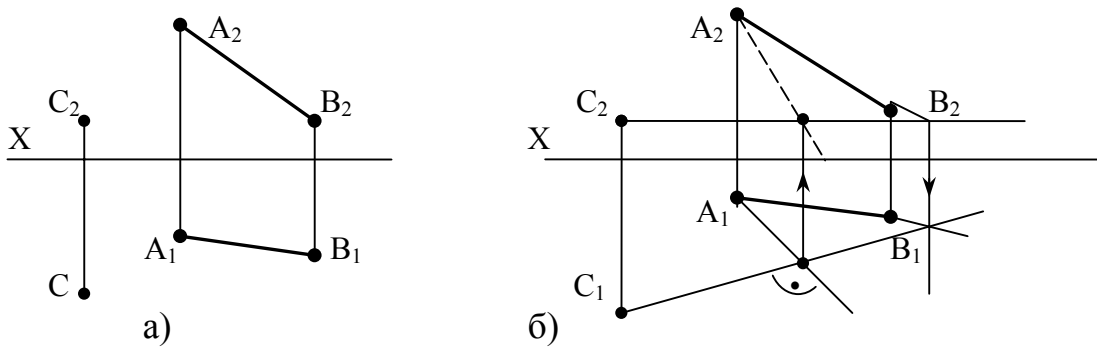


Рис. 4.10 - Рисунок до завдання 3.5

3.6 Побудувати сліди площини заданої паралельними прямими (AB) та (CD). Завдання виконуються по варіантам №1 та №2:

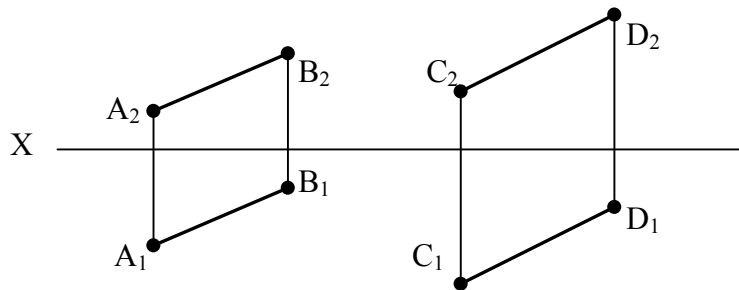


Рис. 4.11 - Рисунок до завдання 3.6

### Контрольні питання:

1. Варіанти задання площина на епюрі Монжа?
2. Пряма належить площині, якщо?
3. Які точки називають точками збігу слідів?
4. Як лінії називають слідами площини?

### Оформлення звіту та його захист

1. Звіт по ЛР – 4 виконується на окремому аркуші спеціальної форми, приклад у викладача.
2. Захист ЛР – 4 проводиться індивідуально для кожного студента.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

### "Знаходження прямих в площини. проведення площин, що проектуються через задану пряму"

**Мета** – дати студентам знання, уміння та навички побудови та проведення площин, що проектуються через задану пряму, знаходження прямих в площині, а також сліду проекцій.

#### **Пояснення:**

За положенням відносно площин проекцій площини поділяють на такі:

- Площини загального положення, якщо площина довільно розташована відносно площин проекцій (5.1):

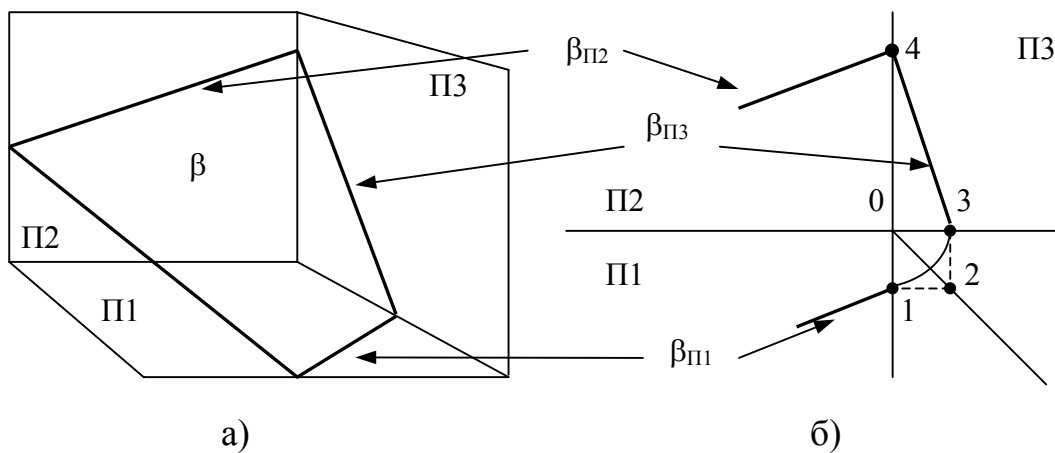


Рис. 5.1 - Площина загального положення

На епюрах Монжа площина, що проектується задається лініями її перетину з площинами проекцій, які називаються слідами даної площини, що проектується.

Часто площина, що проектується визначається грецькою літерою, а її слід тою ж літерою з підрядковим індексом. Наприклад: горизонтальною площиною, що проектується визначаємо літерою ( $\beta$ ), тоді її слід на площину ( $\Pi_1$ ) буде ( $\beta_{\Pi_1}$ ).

Взагалі, при перетині будь – якої площини з площиною проекції (рис.5.1а), на площині проекції будемо мати її слід. Наприклад: площина загального положення ( $\beta$ ) задана слідами ( $\beta_{\Pi_1}$ ) і ( $\beta_{\Pi_2}$ ) на площинах ( $\Pi_1$ ) та ( $\Pi_2$ ) (рис.5.1б) і треба знайти її проекцію на площину ( $\Pi_3$ ).

Зробити це треба за допомогою циркуля. Виміряти довжину відрізка (0,1) і відкласти його від точки (0) по осі (x). Отримаємо відрізок (3,4). Цей відрізок і є слідом площини ( $\beta$ ) на площину проекції ( $\Pi_3$ ).

- Площини окремого положення, коли площина перпендикулярна хоча б до однієї з площин проекцій.

Площину, перпендикулярну до однієї з площин проєкцій, називають проєкційною. Відповідно до площини проєкцій проєкційні площини можуть бути:

- горизонтально – проєкційними;

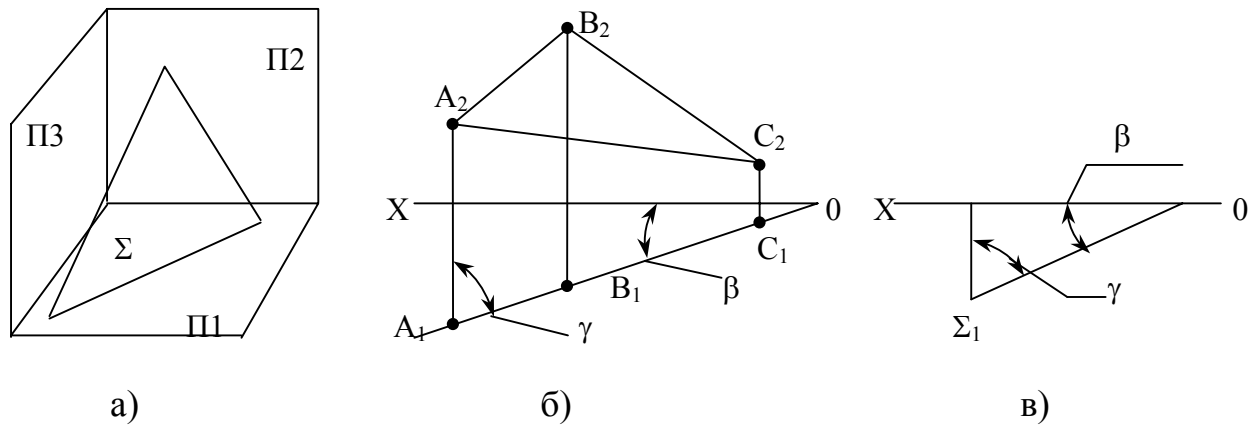


Рис. 5.2 - Горизонтально проєкційна площина

Площина перпендикулярна до горизонтальної площиною (Рис.5.2а, рис.5.2б –  $\Sigma (\Delta ABC) \perp П1$ , рис.5.2в –  $\Sigma (\Sigma_1) \perp П1$ ).

- фронтально – проєкційними (Рис.5.3а, рис. 5.3б) –  $\Delta(ABC) \perp П2$ .

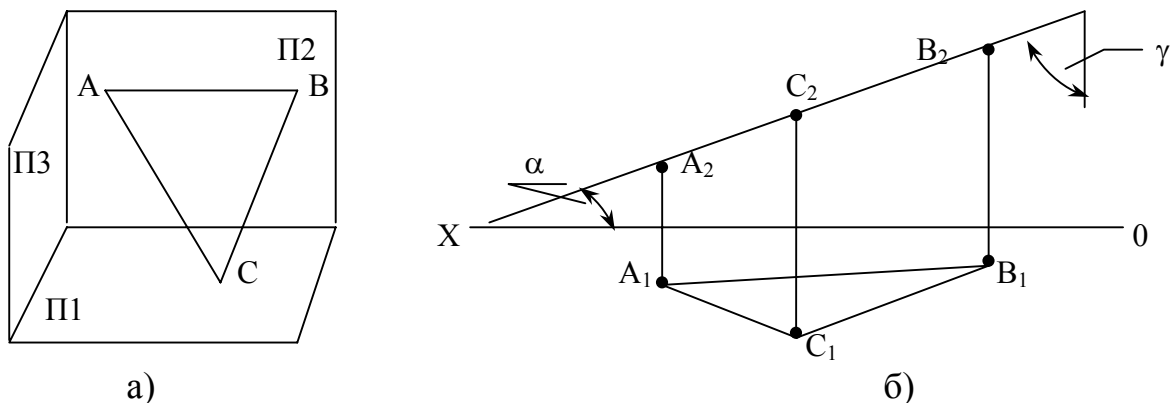


Рис. 5.3 - Фронтально – проєкційна площина

- профільно – проєкційними (рис.5.4а, рис.5.4б) –  $\Delta (ABC) \perp П3$

Кожна з проєкційних площин утворює на перпендикулярній до неї площині проєкцій слід – проєкцію.

Слід – проєкція має збиральні властивості. Це означає, що всі елементи площини проєктуються на слід – проєкцію. Слід – проєкція повністю визначається положенням площини у просторі – перпендикулярність до однієї площини проєкцій та кути нахилу до двох інших. Будь – яку проєкційну площину можна задати лише слідом – проєкцією (Рис.5.2в).

Площину, паралельну до площини проєкцій, називають площиною рівня. Одна з координат усіх точок такої площини однакова й дорівнює відстані



(рівню) площини від паралельної до неї площини проєкцій. На цю площину відсіки площини рівня проєктуються у натуральну величину.

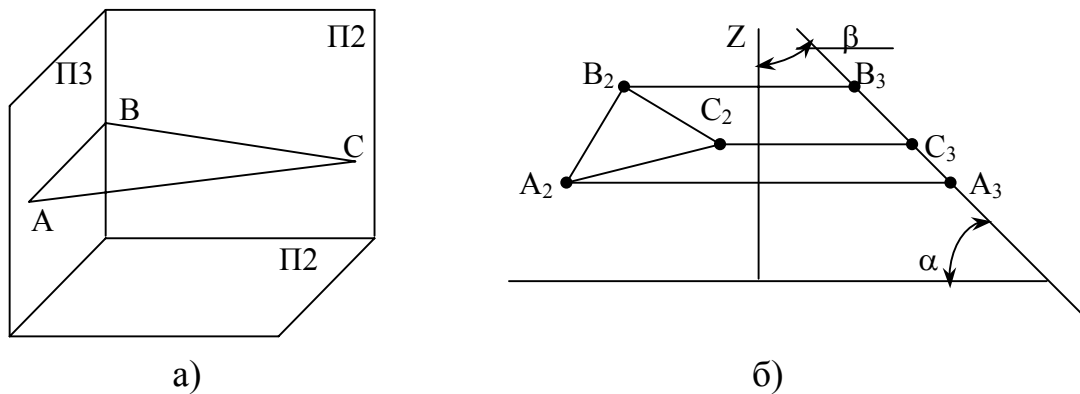


Рис. 5.4 - Профільно – проєкційна площина

Розрізняють горизонтальні площини рівня, або горизонтальні площини (рис.5.5), фронтальні площини рівня, або фронтальні площини (рис.5.6), профільні площини рівня, або профільні площини (рис.5.7).

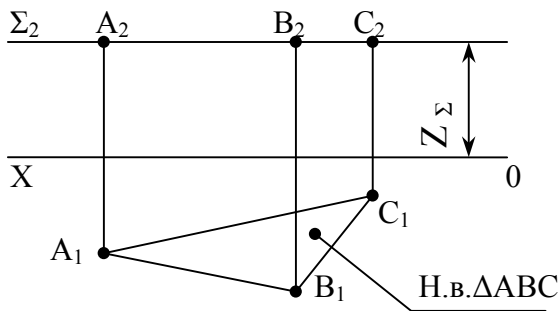


Рис.5.5 - Горизонтальні площини

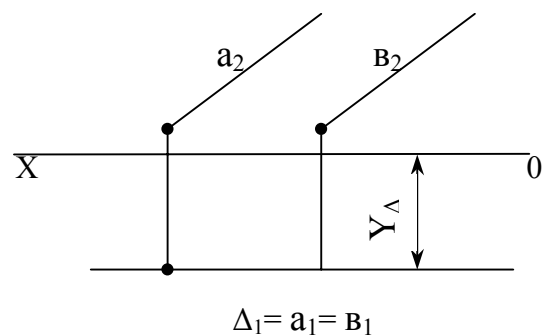


Рис.5.6 - Фронтальні площини

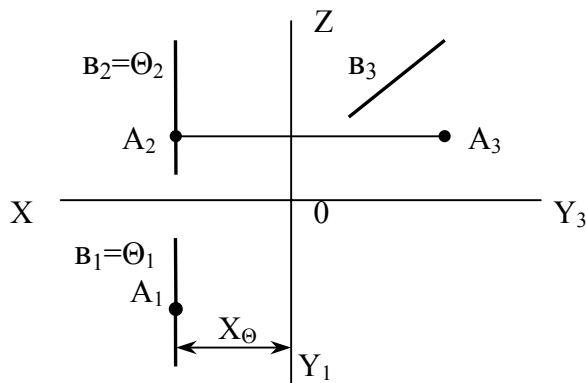


Рис.5.7 - Профільні площини

Позиційні задачі:

1. Побудова прямої, яка належить заданій площині.

Нехай площина будь – якого положення задана прямими, що перетинаються (AB) та (CD) (рис.5.8). Треба побудувати будь – яку пряму, щоб вона належала заданій площині.

Розв'язання:

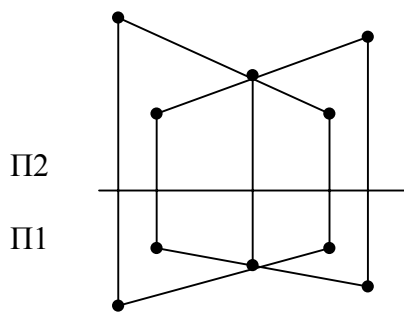


Рис.5.8 - Площина задана двома прямими, що перетинаються

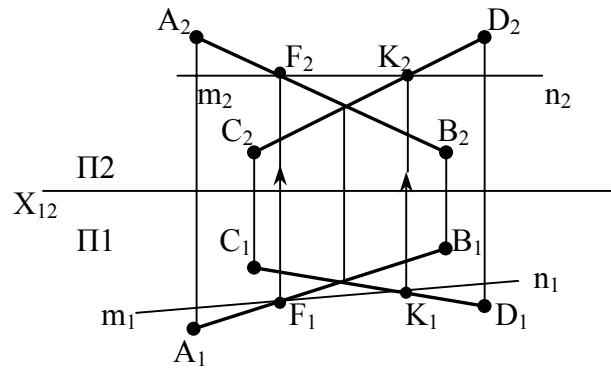


Рис.5.9 - Пряма, яка належить заданій площині.

1) Необхідно вибрати будь – яку проекцію (П1) та провести будь – яку пряму, щоб вона перетинала проекції ( $A_1B_1$  і  $C_1D_1$ ) на рис. 5.9 це пряма ( $m_1n_1$ ), яка перетинає прямі ( $A_1B_1$ ) та ( $C_1D_1$ ) у точках ( $F_1K_1$ ).

2) Проектуємо точки ( $F_1$ ), ( $K_1$ ) на площину (П2) і отримуємо точки ( $F_2$ ), ( $K_2$ ).

3) Через точки ( $F_2$ ,  $K_2$ ) проводимо пряму ( $m_2n_2$ ).

Прямі ( $m_1n_1$ ), та ( $m_2n_2$ ) являються проекціями прямої (MN), яка належить заданій площині.

2. Побудова точки перетину прямої з площиною. Нехай площина (S) будь – якого положення задана трикутником (ABC), що має проекції ( $A_1B_1C_1$ ) та ( $A_2B_2C_2$ ) на площини (П1) і (П2), а також задана пряма (M), яка має проекції ( $m_1$ ) і ( $m_2$ ) на площині (П2) (рис.5.10). треба знайти точку (K), де пряма (M) перетинає площину (S).

Розв'язання:

1) Знайдемо точки перетину проекції ( $m_2$ ) зі сторонами ( $A_2B_2$ ) та ( $A_2C_2$ ) трикутника (рис.5.10). Отримаємо точки ( $f_2$ ) та ( $n_2$ ) та спроектуємо їх на площину (П1). Отримаємо точки ( $f_1$ ) та ( $n_1$ ).

2) Через точку ( $f_1$ ) та ( $n_1$ ) проводимо пряму і на перетині з проекцією ( $m_1$ ) отримуємо точку ( $K_1$ ).

3) Проектуємо точку ( $K_1$ ) на площину (П2). Отримаємо точку ( $K_2$ ). Точка ( $K_1$ ) та ( $K_2$ ) – це проекції точки (K, яка є слідом прямої (M) на площині (S)).

3. Побудова сумісно – перпендикулярних прямих та площини.

Задача має два варіанта:

Варіант 1 – коли треба побудувати перпендикуляр з точки, що належить площині, до якої будуємо перпендикуляр.

Варіант 2 – коли треба побудувати перпендикуляр з точки, що не належить площині, до якої будуємо перпендикуляр.

Фактично розв'язання першого і другого варіантів однаково відрізняються тільки тим, що в другому варіанті треба спочатку вибрати точку площині, до якої будуємо перпендикуляр і далі цілком розв'язати задачу за

варіантом 1, а в кінці треба провести через проєкції заданої точки прямі, які паралельні вже знайденим прямим.

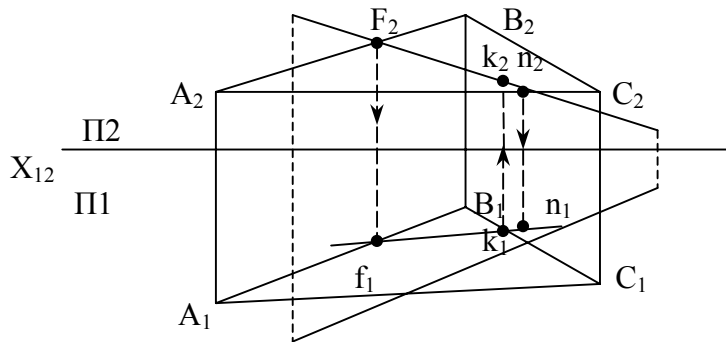


Рис.5.10 – Точки перетину прямої з площиною

Нехай площина (S) будь – якого положення задана трикутником (ABC), що має проєкції  $(A_1B_1C_1)$  та  $(A_2B_2C_2)$  на площині (П1) та (П2), а також задана точка (K), яка має проєкції  $(K_1)$  та  $(K_2)$  на площини (П1) та (П2) рис.5.11.

Треба побудувати з точки (K) перпендикуляр до площини (S).

Розв'язання:

1) Виберемо точку (A), яка належить до площини (S) і проведемо крізь неї горизонталь та фронталь. При цьому на епюрі Монжа будемо мати проєкції цих площин, тобто прямі  $(a_1m_1)$  і  $(a_2m_2)$ .

2) Проектуємо точку  $(n_1)$  перетину прямих  $(B_1C_1)$  і  $(a_1n_1)$  на площину (П2). Для цього з точки  $(n_1)$  проведемо перпендикуляр до лінії суміщення площин (П1), (П2) і отримаємо точку  $(n_2)$  перетину перпендикуляра з відрізком  $(B_2C_2)$ .

3) Проведемо пряму  $(a_2n_2)$  крізь точки  $(a_2)$  та  $(n_2)$ .

4) Від точки  $(a_2)$  під кутом  $90^\circ$  до прямої  $(a_2n_2)$  проведемо пряму  $(\beta_2)$ .

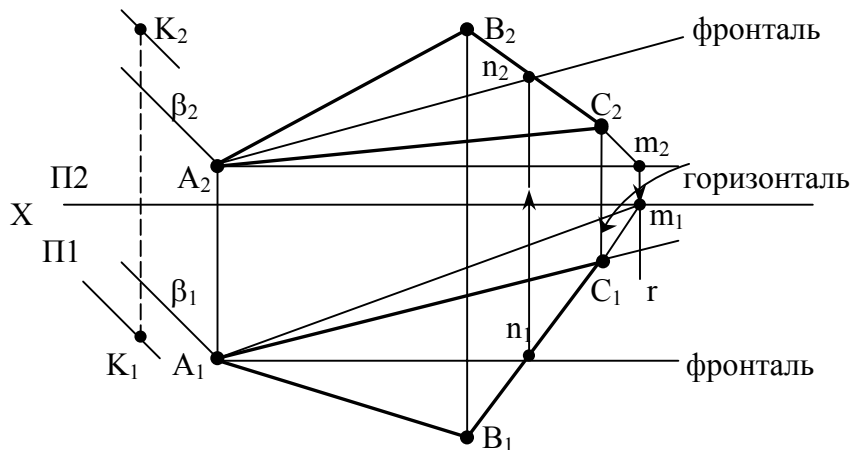


Рис. 5.11 - Сумісно – перпендикулярні пряма та площина

5) Продовжимо пряму  $(B_2C_2)$  до перетину до прямою  $(a_2m_2)$  і отримаємо точку їх перетину  $(m_2)$ .

6) З точки  $(m_2)$  опустимо перпендикуляр  $(r)$  до лінії суміщення площин (П1), (П1) – точка  $(m_1)$ .

7) Продовжимо пряму ( $B_1C_1$ ) до перетину з перпендикуляром ( $r$ ) і отримаємо точку їх перетину ( $m_1$ ).

8) Проведемо пряму ( $a_1m_1$ ) крізь точку ( $a_1$ ) та ( $m_1$ ).

9) Від точки  $A_1$  під кутом  $90^\circ$  до прямої ( $a_1m_1$ ) проведемо пряму ( $\beta_1$ ).  
Прямі ( $\beta_1$ ) і ( $\beta_2$ ) – це проєкції перпендикуляру до площини ( $S$ ) у точці ( $A$ ).

10) Далі проводимо через точки ( $K$ ) та ( $K$ ) прямі, паралельні прямим ( $\beta_1$ ) і ( $\beta_2$ ). Це і будуть проєкції перпендикуляру.

### Необхідні прилади та інструменти:

1. Папір – аркуш звіту: – 1;
2. Лінійка – 1;
3. Креслярські олівці "ТМ" (НВ) – 2 – 3;
4. Креслярський циркуль – 1.

### Порядок проведення лабораторної роботи:

1. Контроль рівня підготовленості студентів до виконання лабораторної роботи.
2. Інструктаж по правилам охорони праці та оформлення його підсумків в журнал проведення ЛР.

3. Завдання студентам на ЛР:

3.1 Через точку ( $A$ ) провести будь – яку пряму, паралельну площині трикутника ( $B_1C_1D_1$ ).

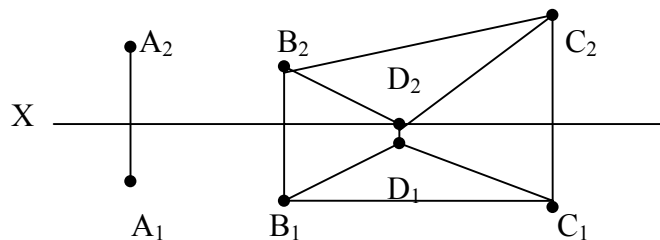


Рис. 5.12 - Рисунок до завдання 3.1

**Консультація:** Пряма паралельна площині, якщо вона паралельна будь – якій прямій, що лежить у цій площині.

3.2 Провести через точку ( $A$ ) перпендикуляр до площини, заданої прямими ( $AB_1$ ) та ( $AC_1$ ).

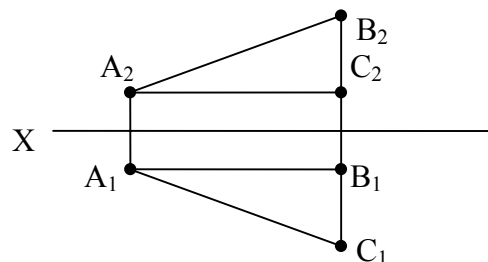


Рис. 5.13 - Рисунок до завдання 3.2

**Консультація:** Фронтальна проекція перпендикулярна до площини, перпендикулярної, до фронтальної проекції *фронталі площини*, а горизонтальна – до горизонтальної проекції *горизонталі площини*.

3.3 Провести перпендикуляр з точки (А) до площини, що задана трикутником (BCD).

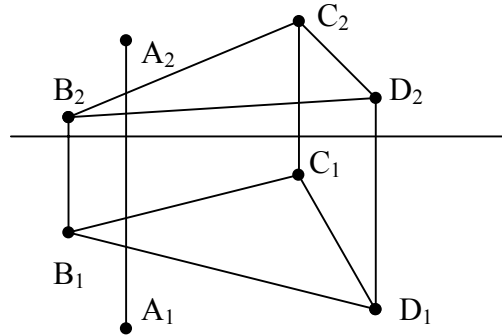
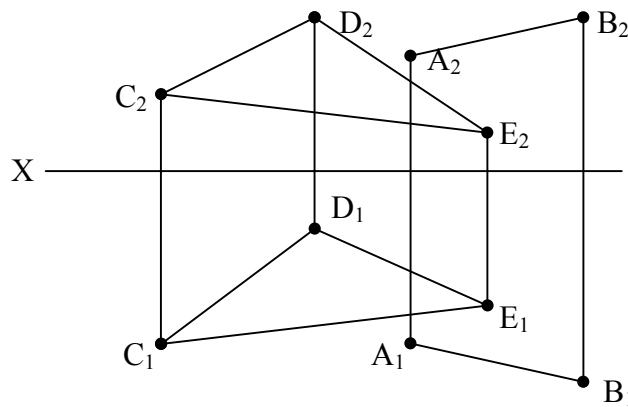


Рис. 5.14 – Рисунок до завдання 3.3

3.3 Найдти точку перетину прямої (AB) з площиною, що задана трикутником (CDE).

Варіант 1



Варіант 2

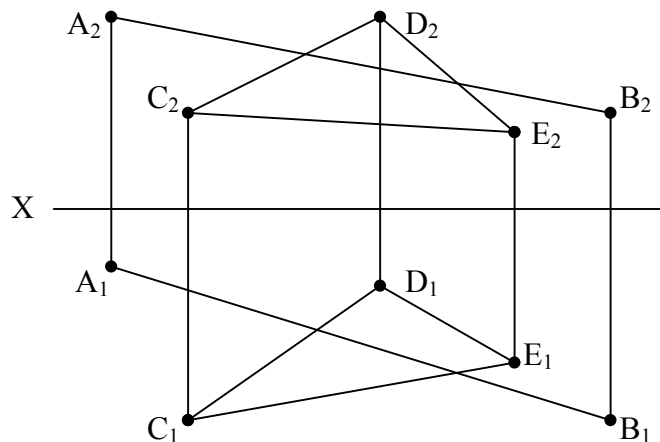


Рис. 5.15 – Рисунок до завдання 3.4

3.5 Побудуйте горизонтальну пряму (EF), яка належить заданій площині (AB), (CD).

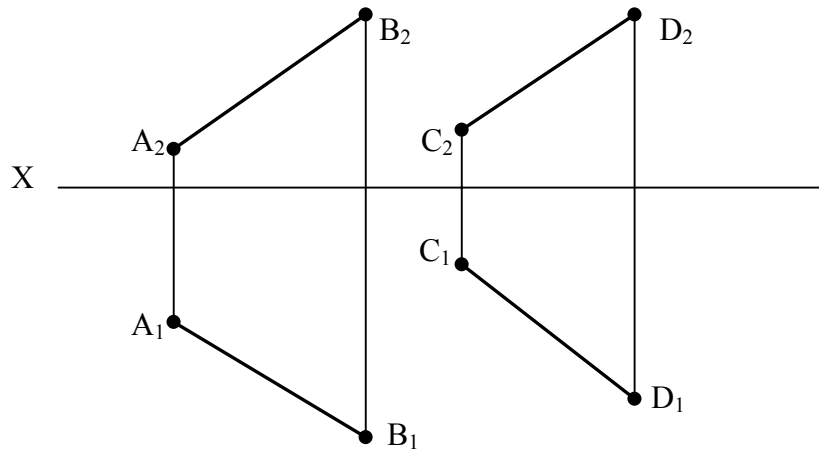


Рис.5.16 – Рисунок до завдання 3.5

### Контрольні питання:

1. Яку площину називають площиною загального положення?
2. Яка площина називається горизонтально – проекційною?
3. Яка площина називається фронтально – проекційною?
4. Яка площина називається профільно – проекційною?
5. Що таке площина рівня? Які бувають площині рівня?
6. Правила побудови прямої, яка належить заданій площині?
7. Які правила побудови точки перетину прямої з площиною?

### Оформлення звіту та його захист

1. Звіт по ЛР – 5 виконується на окремому аркуші спеціальної форми, приклад у викладача.
2. Завдання виконується індивідуально для кожного студента, методом самостійної роботи.
3. Захист ЛР – 5 проводиться індивідуально для кожного студента.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

### "Знаходження лінії перетину двох площин"

**Мета** – дати студентам знання, уміння та навички розв'язання задач побудови лінії перетину двох площин будь – якого положення, алгоритму побудови лінії перетину двох площин загального положення.

**Пояснення:**

**Перетин двох площин загального положення.**

Лінія перетину двох площин – пряма, визначником якої, як відомо є дві її точки або точка та напрямок.

Задачу перетину двох площин загального положення розв'язують за допомогою допоміжних проєкційних площин – посередників.

Розглянемо алгоритм побудови лінії перетину двох площин  $\Sigma$  та  $\Delta$ :  $\Sigma \cap \Delta = m$  (A,B) (рис.6.1).

1. Перетнемо площини ( $\Sigma$ ) та ( $\Delta$ ) довільно розташованою допоміжною проєкційною площиною ( $\Gamma$ ) та знайдемо лінії перетину допоміжної площини з кожною з заданих. Для розв'язання задачі використовують модуль2:  $\Sigma \cap \Gamma = a$ ,  $\Delta \cap \Gamma = b$ .

2. Знайдемо точку перетину ліній (a) та (b):  $a \cap b = A$ . Ця точка є спільною для площин ( $\Sigma$ ) та ( $\Delta$ ), тобто належить лінії їх перетину.

3. Повторюємо побудови для пошуку другої точки лінії перетину площин ( $\Sigma$ ) та ( $\Delta$ ).

На рис. 6.2 показано реалізацію алгоритму на комплексному рисунку:

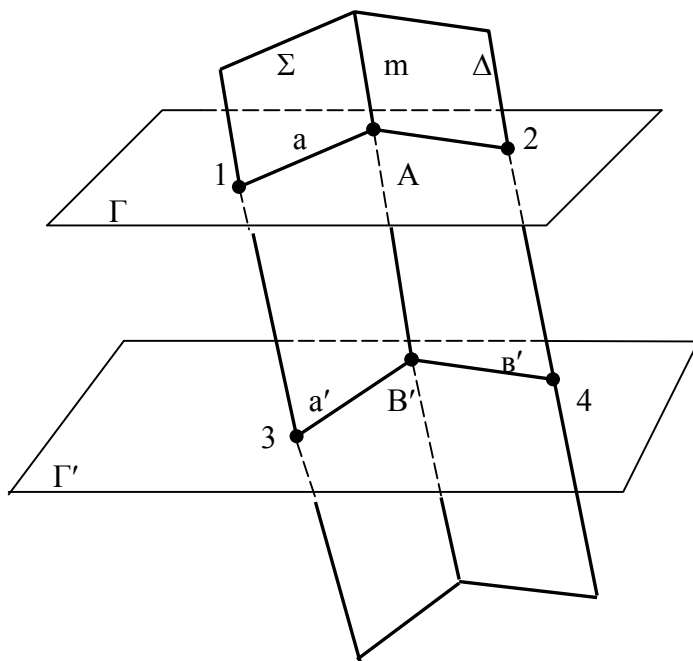


Рис.6.1 - Побудова лінії перетину двох площин

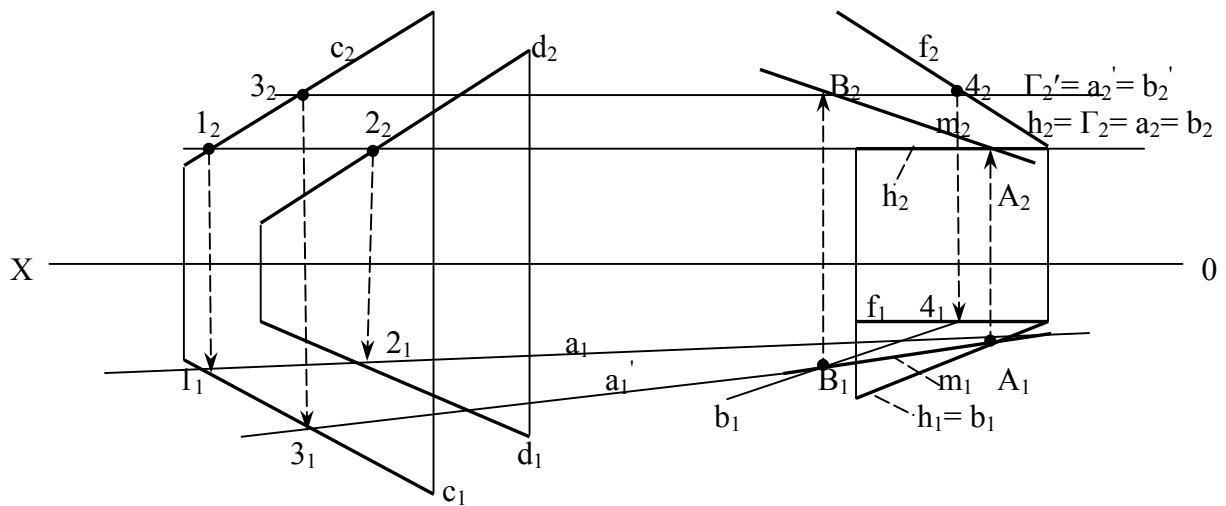


Рис. 6.2 - Алгоритм побудови лінії перетину двох площин на комплексному рисунку

1.1 Для знаходження лінії перетину  $m (A, B)$  площини  $\Sigma (c \parallel d)$  та  $\Delta (h \cap f)$  використано допоміжні горизонталі площин  $(\Gamma)$  та  $(\Gamma')$ . Для спрощення побудови допоміжну площину  $(\Gamma)$  проводимо через горизонталь  $(h)$  площини  $\Delta (h \cap f)$ . Знаходимо перетин допоміжної площини з заданими:  $\Gamma (\Gamma_2) \cap \Sigma (c \parallel d) = a (1, 2)$ ;  $\Gamma (\Gamma_2) \cap \Delta (h \cap f) = b = h$ .

1.2 Точка перетину ліній  $(a)$  та  $(b)$ :  $a \cap b = A$ .

1.3 Другу допоміжну площину  $(\Gamma')$  проводимо паралельно до  $(\Gamma)$ . Тоді лінії  $(a')$  та  $(b')$  її перетину з площинами  $\Sigma (c \parallel d)$  та  $\Delta (h \cap f)$  визначаються відповідно точками  $(3)$  і  $(4)$  та паралельністю до прямих  $(a)$  і  $(b)$ . Перетин прямих  $(a')$  та  $(b')$  визначає точку  $(B)$  – другу точку визначника  $m (A, B)$  лінії перетину площин  $(\Sigma)$  та  $(\Delta)$ .

За цим алгоритмом можна розв'язати будь – яку задачу перетину двох площин. У деяких окремих випадках алгоритм побудови лінії перетину двох площин може бути значно спрощено. Розглянемо такі випадки:

1. Дві площини  $\Sigma (\Sigma_1)$  та  $\Delta (\Delta_1)$  перпендикулярні до однієї й тієї самої площини проєкцій - лінія перетину площин  $\Sigma (\Sigma_1)$  та  $\Delta (\Delta_1)$  являє собою проєкційну пряму  $(m)$ , слід проєкція  $(m_1)$ , якої є точкою перетину слідів – проєкцій  $(\Sigma_1)$  та  $(\Delta_1)$  (рис. 6.3).

2. Площини перпендикулярні до різних площин проєкцій – проєкції лінії перетину площин збігаються з відповідними слідами – проєкціями площин (рис.6.4 –  $\Theta (\Theta_1) \cap \Psi (\Psi_2) = m$ ).

3. Площини загального положення, які задано слідами – нульовими лініями рівня. У цьому разі площинам – посередниками є площини проєкцій, а точками визначниками лінії перетину площин – точки перетину слідів площин (рис.6.5)  $\Sigma (h^0 \cap f^0) \cap \Delta (h^0 \cap f^0) = m (M, N)$ .

4. Площини, які задано слідами так, що одна пара однойменних слідів паралельна: лінія перетину визначається точкою перетину однієї пари слідів та



напрямом, паралельним до слідів іншої пари, перетин яких з лінією перетину слідів лежить у нескінченності (рис.6.6 –  $m \parallel h^0$ ).

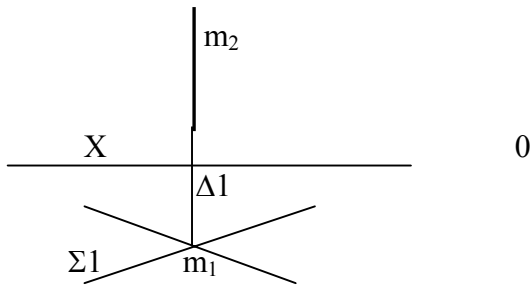


Рис.6.3 - Перетину двох площин перпендикулярні до однієї площини

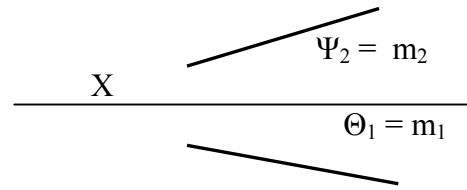


Рис.6.4 – Перетину двох площин перпендикулярні до різних площин

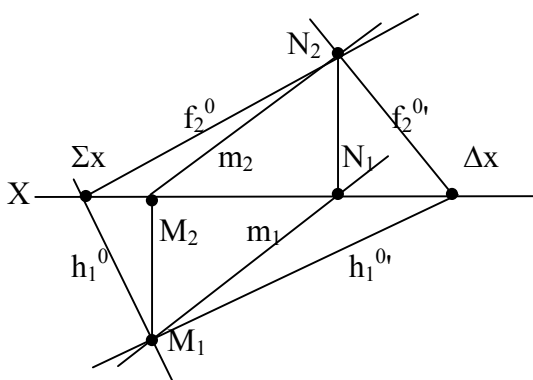


Рис.6.5 - Перетину двох площин загального положення

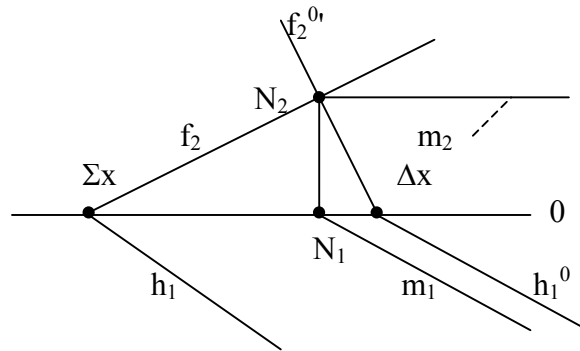


Рис.6.6 - Перетину двох площин, які задано слідами

**Позиційна задача:**

**Побудова лінії перетину двох площин будь – якого положення.**

Нехай площина ( $S_1$ ), будь – якого положення, задана трикутником ( $ABC$ ), що має проєкції ( $A_1B_1C_1$ ) та ( $A_2B_2C_2$ ) на площинах ( $\Pi_1$ ) і ( $\Pi_2$ ), а площина ( $S_2$ ) будь – якого положення, задана паралельними прямими ( $MN$ ) і ( $KF$ ), які мають проєкції ( $M_1N_1$ ), ( $K_1F_1$ ) та ( $M_2N_2$ ), ( $K_2F_2$ ) на площинах ( $\Pi_1$ ) і ( $\Pi_2$ ) (рис.6.7). Треба побудувати лінію перетину площин ( $S_1$ ), ( $S_2$ ).

Розв'язання задачі:

1. Проведемо дві додаткові паралельні фронтальні проєктуючі площин і отримаємо їх сліди ( $L$ ), ( $L_1$ ) на площині ( $\Pi_1$ ).

2. 2. Визначимо точки перетину цих слідів з прямими (або з продовженнями прямих), якими були задані площини ( $S_1$ ,  $S_2$ ). На рис.6.7 це будуть крапки 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,8.

3. Визначимо положення цих точок на площині ( $\Pi_1$ ). Для цього з точок 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,8 опустимо перпендикуляри до перетину, з прямими (або з продовженням прямих), які задають ( $S_1$ ). Отримаємо точки 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7',8'.

4. Через точки (1', 2') (5', 6') (3', 4') (7',8') проводимо прямі лінії ( $L$ ,  $L_1$ ), ( $L'$ ,  $L_1'$ ). З рис. 6.7 видно, що пряма ( $L$ ) паралельна ( $L_1$ ), а пряма ( $L'$ ), паралельна ( $L_1'$ ).

5. Визначимо точки перетину прямих  $(L)$ ,  $(L')$  через  $(r_1)$ , а прямих  $(L_1)$  і  $(L_1')$  через  $(t_1)$ .

6. З точок  $(r_1)$  та  $(t_1)$  проведемо перпендикуляри до перетину з прямими  $(L, L_1)$ . Отримаємо точки  $(r_2)$  та  $(t_2)$ . З'єднаємо точки  $(r_2), (t_2)$  та  $(r_1), (t_1)$  прямими лініями які і будуть лініями перетину площин  $(S_1), (S_2)$ .

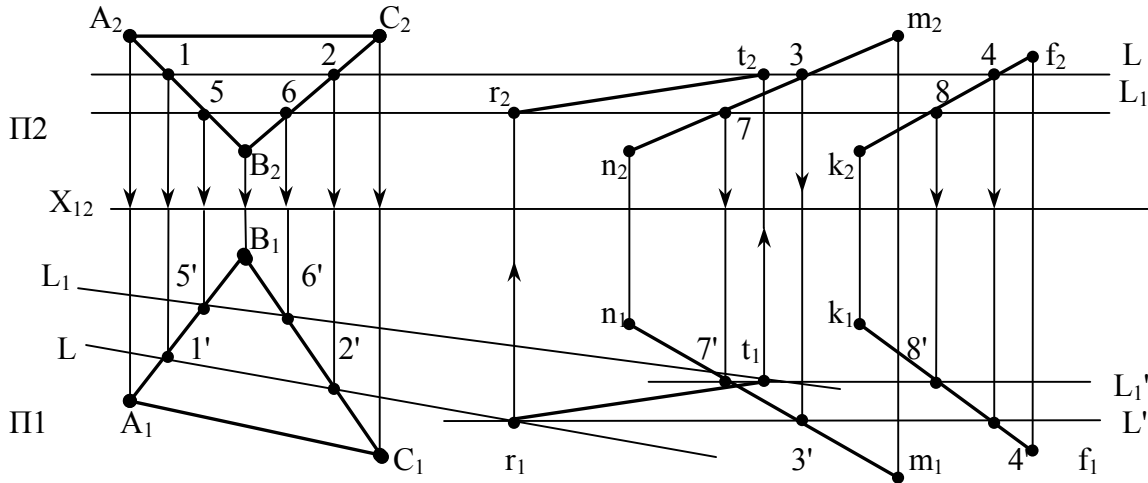


Рис.6.7 – Перетин двох площин будь – якого положення

### Необхідні прилади та інструменти:

1. Папір – аркуш звіту: – 1;
2. Лінійка – 1;
3. Креслярські олівці "ТМ" (НВ) – 1 – 2;
4. Креслярський циркуль – 1.

### Порядок проведення лабораторної роботи:

1. Контроль рівня підготовленості студентів до виконання лабораторної роботи.
2. Інструктаж по правилам охорони праці та оформлення його підсумків в журнал проведення ЛР.
3. Завдання студентам на ЛР:
  - 3.1 Знайдіть лінію перетину двох площин (рис.6.8).
  - 3.2 Знайти лінію перетину площин, з котрих одна задана трикутником  $(DEF)$ , друга – прямою  $(BC)$  та точкою  $(A)$  (рис.6.9).
  - 3.3 Знайти лінію перетину площин, заданих трикутником  $(ABC)$  та чотирибокутником  $(DEFG)$  (рис.6.10).
  - 3.4 Знайти лінію перетину площин, одна з котрих задана паралельними  $(AB), (CD)$ , а друга – прямими, що перетинаються  $(FE)$  та  $(EG)$ .

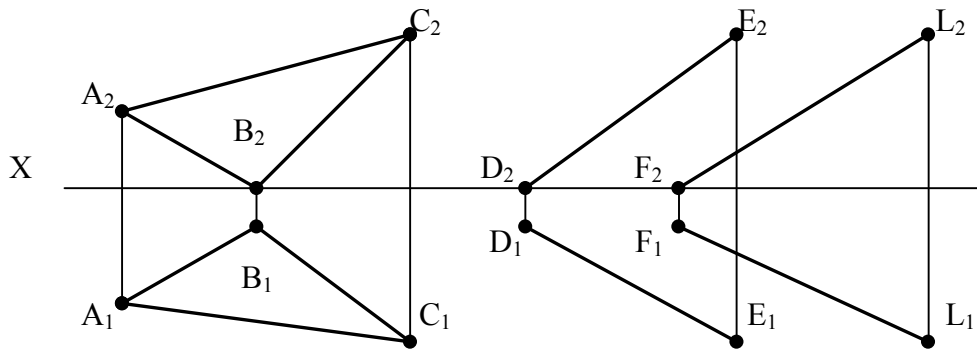


Рис. 6.8 - Рисунок до завдання 3.1

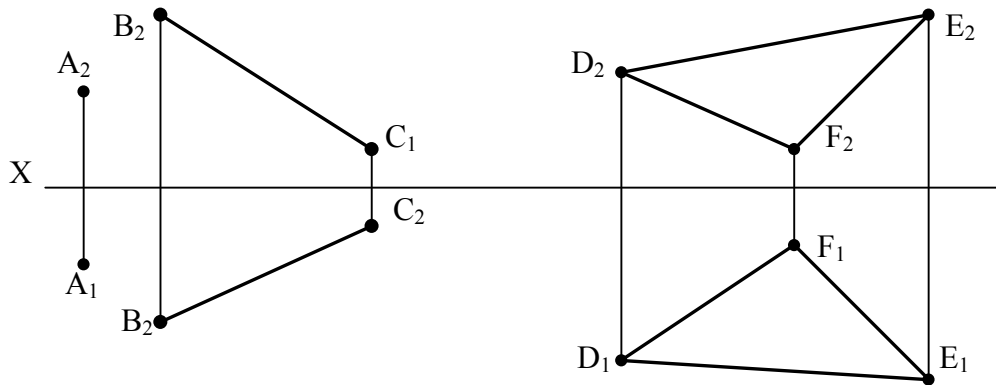


Рис.6.9 - Рисунок до завдання 3.2

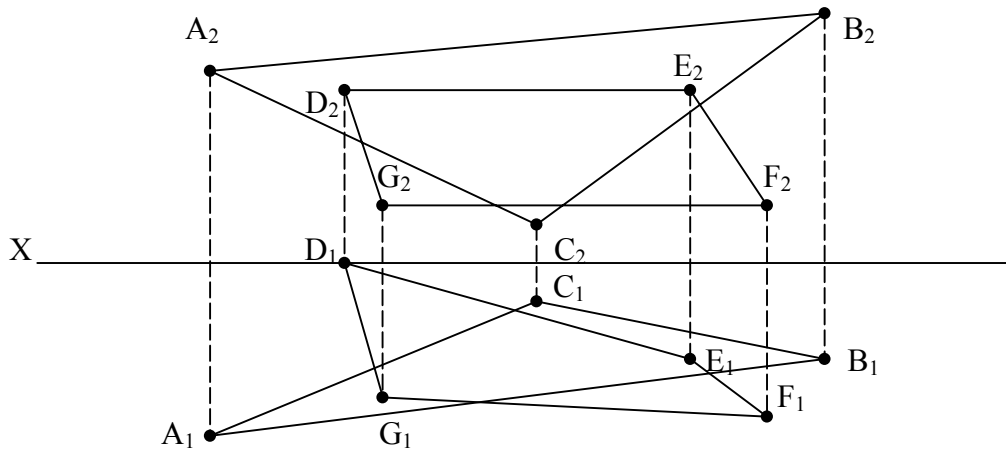


Рис. 6.10 - Рисунок до завдання 3.3

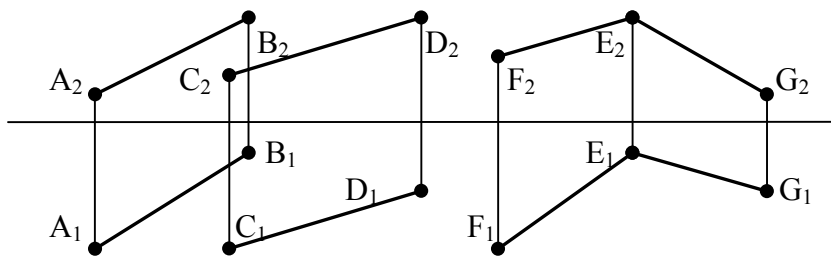


Рис 6.11 – Рисунок до завдання 3.4

### **Контрольні питання:**

1. Як можна розв'язати задачу перетину двох площин?
2. Які алгоритми побудови лінії перетину двох площин загального положення?

### **Оформлення звіту та його захист**

1. Звіт по ЛР – 6 виконується на окремому аркуші спеціальної форми, приклад у викладача.
2. Завдання виконується індивідуально для кожного студента, методом самостійної роботи. Завдання 3.1; 3.3 – Варіант № 1, завдання 3.2; 3.4 – Варіант № 2.
3. Захист ЛР – 6 проводиться індивідуально для кожного студента.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

### "Знаходження ліній перетину багатогранників з площиною та точок перетину з прямою"

**Мета** – дати студентам знання, уміння та навички побудови багатогранників та тіл обертання, їх проєкцій на площині (П1) та (П2), знаходження ліній та точок перетину, крім того знаходження натуральної (дійсної) величини перерізів площиною ( $\Sigma$ ), перпендикулярної фронтальної – площини проєкції (П2).

#### **Пояснення:**

Знаходження ліній перетину багатогранників площиною, та точок перетину з прямою.

Перетин поверхні з площиною являє собою лінію, форма якої залежить від форми поверхні та взаємного розташування площини та поверхні (рис.7.1) така лінія має назву перерізу. Переріз визначається множиною точок перетину ліній поверхні та заданої січної площини ( $\Sigma$ ).

Багатогранники перетинаються площиною по багатокутнику, вершини якого – точки перетину ребер багатокутника з січною площиною (рис.7.2).

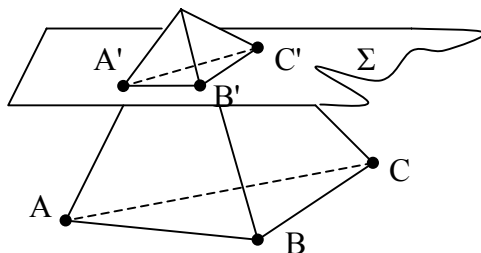


Рис.7.1 – Перетин поверхні з площиною

Інакше – контур перетину є лінія перетинання поверхні багатогранника з січною площиною. Звідси виникають два способи побудови перетину багатогранника:

1. Знаходять його вершини як точки перетинання ребер багатогранника січною площиною. Потім вершини з'єднують між собою.
2. Будують сторони багатокутника перетину як лінії перетинання граней багатогранника січною площиною.

Перший спосіб називають "способом ребер", - другий "способом граней". Через більшу простоту рішення звичайно переважає перший спосіб, хоча в окремих випадках зручно комбінувати обидва способи.

**Задача** Побудувати перетин піраміди площиною ( $\Sigma$ ) і знайти його натуральну величину (рис.7.2а).

#### *Розв'язання задачі:*

Тому, що січна площина фронтально – проєкційна, то фронтальна проєкція фігури перетину визначається відразу і являє собою відрізок ( $1_2 - 3_2$ ).

Знаходимо горизонтальні проекції вершин перетину за допомогою вертикальної лінії зв'язку, виходячи з приналежності їх відповідним ребрам піраміди, з'єднуємо горизонтальні проекції вершин з урахуванням видимості сторін фігури перетину, це  $(1_1 - 3_1)$ .

Натуральну величину фігури перетину можна визначити уже відомим способом заміни площин. Натуральна величина фігур перетину  $(1_0, 2_0, 3_0)$ .

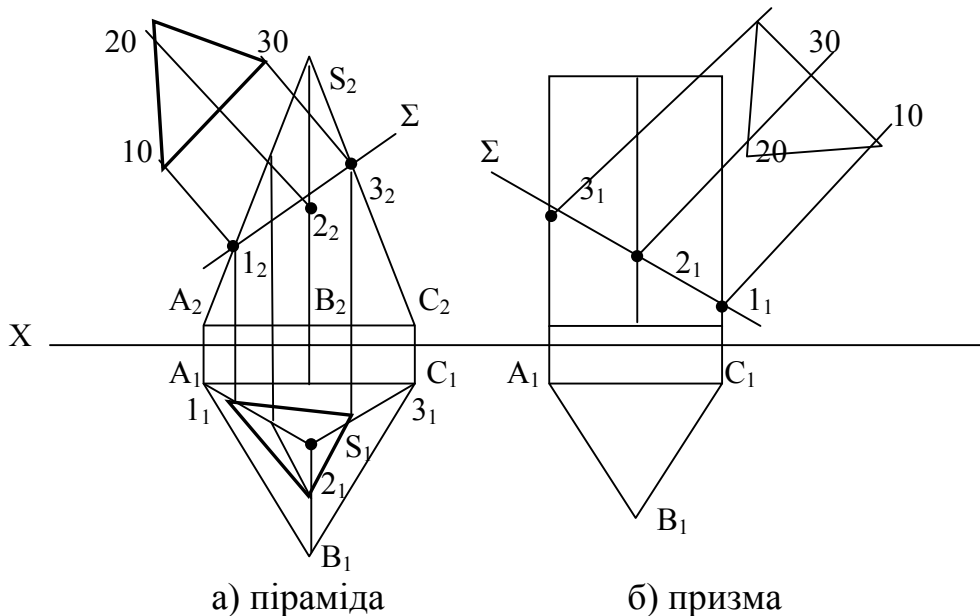


Рис.7.2 – Перетин поверхні багатогранників (піраміди і призми) на епюрі Монжа

**Перетин прямої та поверхні багатогранників.**

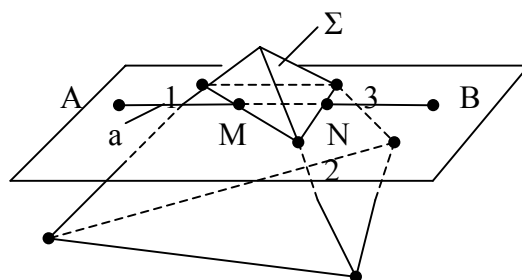


Рис.7.3 – Побудова точок перетину прямої

Точка перетину прямої (а) з поверхнею ( $\Sigma$ ), як і точку перетину прямої (а) та площини (рис7.1) визначають за допомогою однакового алгоритму:

1. Через пряму проводять допоміжну площину ( $\Gamma$ ):  $(a \subset \Gamma)$ .
2. Знаходять лінію перетину (m) допоміжної площини ( $\Gamma$ ) і заданої поверхні (площини)  $\Sigma$ :  $\Gamma \cap \Sigma = m$ .
3. Знаходять точки (точку) перетину лінії (m) з заданою прямою:  $m \cap a = M, N$ .
4. Визначають видимість відрізків прямої.

Для побудови точки перетину прямої з площиною допоміжну площину, як правило, вибирають проекційною.

На рис.7.3 показана схема розв'язання задачі побудови точок перетину прямої  $a$  ( $A, B$ ) з пірамідою.

На рис.7.4 проілюстрована побудова точок перетину прямої ( $a$ ) з поверхнею призми. Через пряму ( $a$ ) проведено допоміжну проекційну площину  $\Gamma$  ( $\Gamma_2$ ), яка перетинає призму по трикутнику.

Перетин сторін трикутника з прямою ( $a$ ) визначає точки ( $M$ ) та ( $N$ ) перетину прямої ( $a$ ) з поверхнею призми.

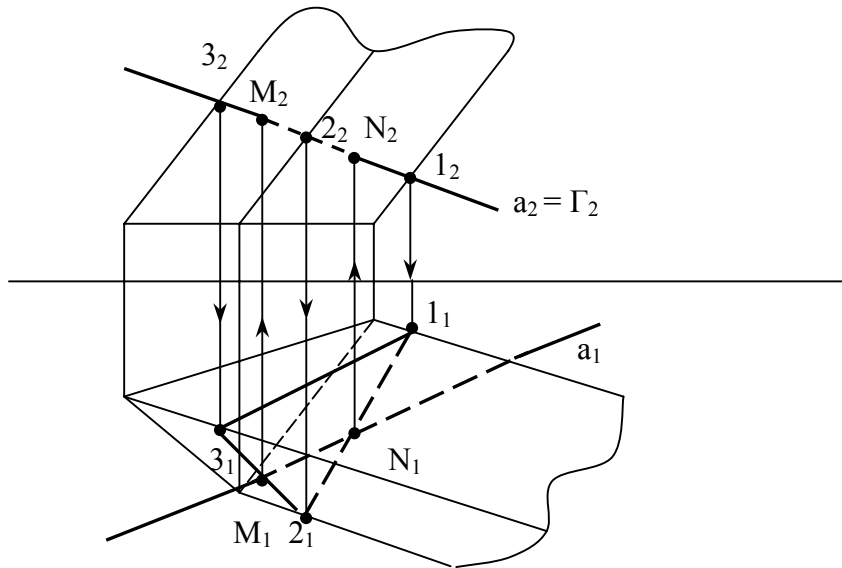


Рис.7.4 – Побудова точок перетину прямої ( $a$ ) з поверхнею призми

### Необхідні прилади та інструменти:

1. Папір – аркуш звіту: – 1;
2. Лінійка – 1;
3. Креслярські олівці "ТМ" (НВ) – 2 – 3;
4. Креслярський циркуль – 1.

### Порядок проведення лабораторної роботи:

1. Контроль рівня підготовленості студентів до виконання лабораторної роботи.
2. Інструктаж по правилам охорони праці та оформлення його підсумків в журнал проведення ЛР.
3. Завдання студентам на ЛР:
  - 3.1 Побудувати проєкції точок перетину прямої з поверхнею піраміди (рис.7.5). Положення прямої вказує викладач в залежності з варіантом.

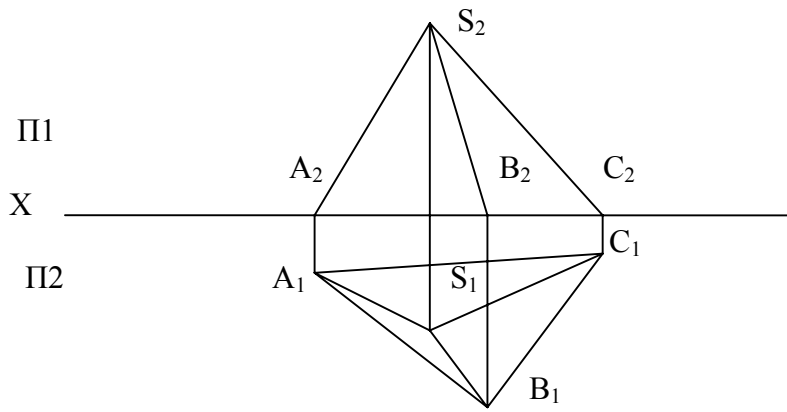


Рис.7.5 – Рисунок до завдання 3.1

3.2 Побудувати горизонтальну проекцію перерізу піраміди (рис.7.5) фронтально – проекційною площиною. Знайти дійсну величину перерізу на (П2). Положення площини вказує викладач.

3.3 Побудуйте відсутні проекції точок D, E, G, F, K, M, N, які лежать на поверхні піраміди. З'ясуйте їх видимість (рис.7.6)

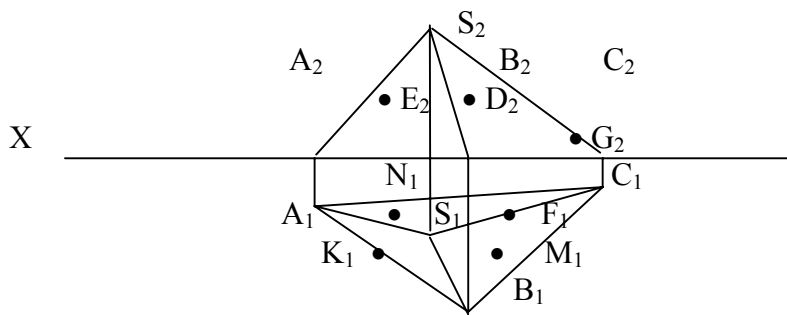


Рис.7.6 – Рисунок до завдання 3.3

3.4 Побудуйте точки перетину прямої з поверхнею та відзначити видимі і невидимі частини прямої.

Варіант №1 – рис.7.4: поверхня – призма.

Варіант №2 – рис.7.7: поверхня – піраміда.

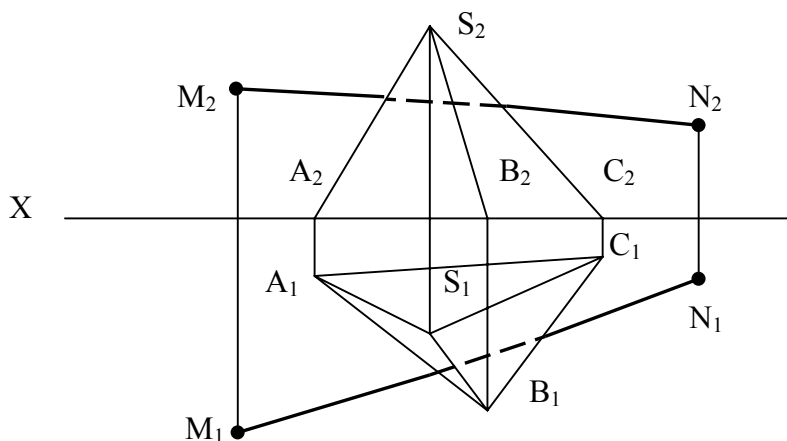


Рис.7.7 – Рисунок до завдання 3.4



### **Контрольні питання:**

1. Яку лінію називають перерізом?
2. Наведіть алгоритм побудови лінії перерізу поверхні площиною.
3. Як побудувати лінію перерізу поверхні січною площиною загального положення?
4. Наведіть алгоритм знаходження точок перетину прямої та поверхні.
5. Як площини використовуються для знаходження точок перетину прямої та поверхні?

### **Оформлення звіту та його захист**

1. Звіт по ЛР – 7 виконується на окремому аркуші спеціальної форми, приклад у викладача.
2. Завдання виконується самостійно кожним студентом під керівництвом викладача. Положення прямої або січної площини ( $\Sigma$ ,  $\Gamma$ ) викладач вказує згідно з варіантом.
3. Захист ЛР – 7 проводиться індивідуально для кожного студента.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

### "Знаходження ліній перетину тіл обертання з площиною та точок перетину з прямою"

**Мета** – дати студентам знання, уміння та навички побудови тіл обертання, їх проєкцій на площині (П1) та (П2), знаходження ліній та точок перетину, крім того знаходження дійсної величини перетинів площиною ( $\Sigma$ ), перпендикулярної фронталі площині проєкції (П2).

#### Пояснення:

#### Перетин поверхні тіл обертання з площиною.

Перетин поверхні з площиною являє собою лінію, форма якої залежить від форми поверхні та взаємного розташування площини та поверхні (рис.8.1), така лінія має назву *перерізу*. Переріз визначається множиною точок перетину ліній поверхні та заданої січної площини.

Криві поверхні в загальному випадку перетинаються площинами по кривих лініях.

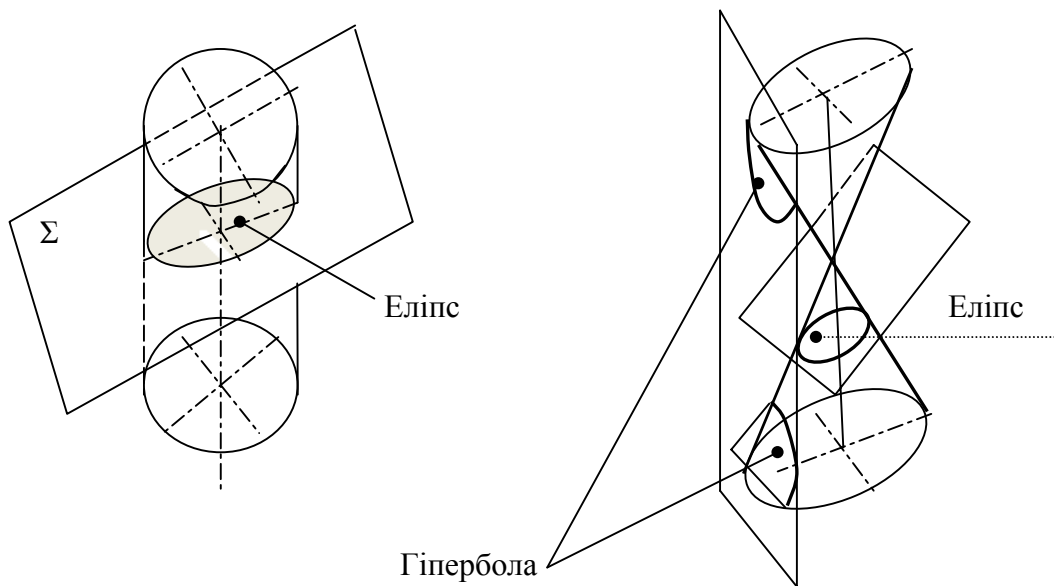


Рис.8.1 - Переріз циліндра та конуса

На комплексному рисунку знаходження точки перетину будь – якої лінії з площиною спрощується, якщо задано площину окремого положення, якщо задано площину загального положення, то її можна перетворити на проєкційну за допомогою перетворення проєкцій.

Розглянемо алгоритм розв'язання задачі побудови перерізу у випадку, коли січна площина проєкційна.

1. Визначити форму лінії перерізу поверхні площиною в просторі.
2. Визначити форму проєкцій лінії перерізу.
3. Визначити проєкції характерних точок шуканої лінії:

- точок, що проектуються на обрисі проєкцій поверхні (точок видимості);
- точок, за якими можна графічно побудувати всю лінію: для еліпса – кінці спряжених діаметрів, для параболи та гіперболи – вершини і кінці найбільшої хорди.

4. Побудувати, якщо треба, проміжні точки та з'єднати всі точки з урахуванням видимості.

Проміжні точки можна будувати проектуванням або графічним способом за характерними точками.

На рис.8.2 показано побудову лінії перерізу конуса площиною  $\Theta$  ( $\Theta_2$ ), яка перетинає всі утворюючі конуса.

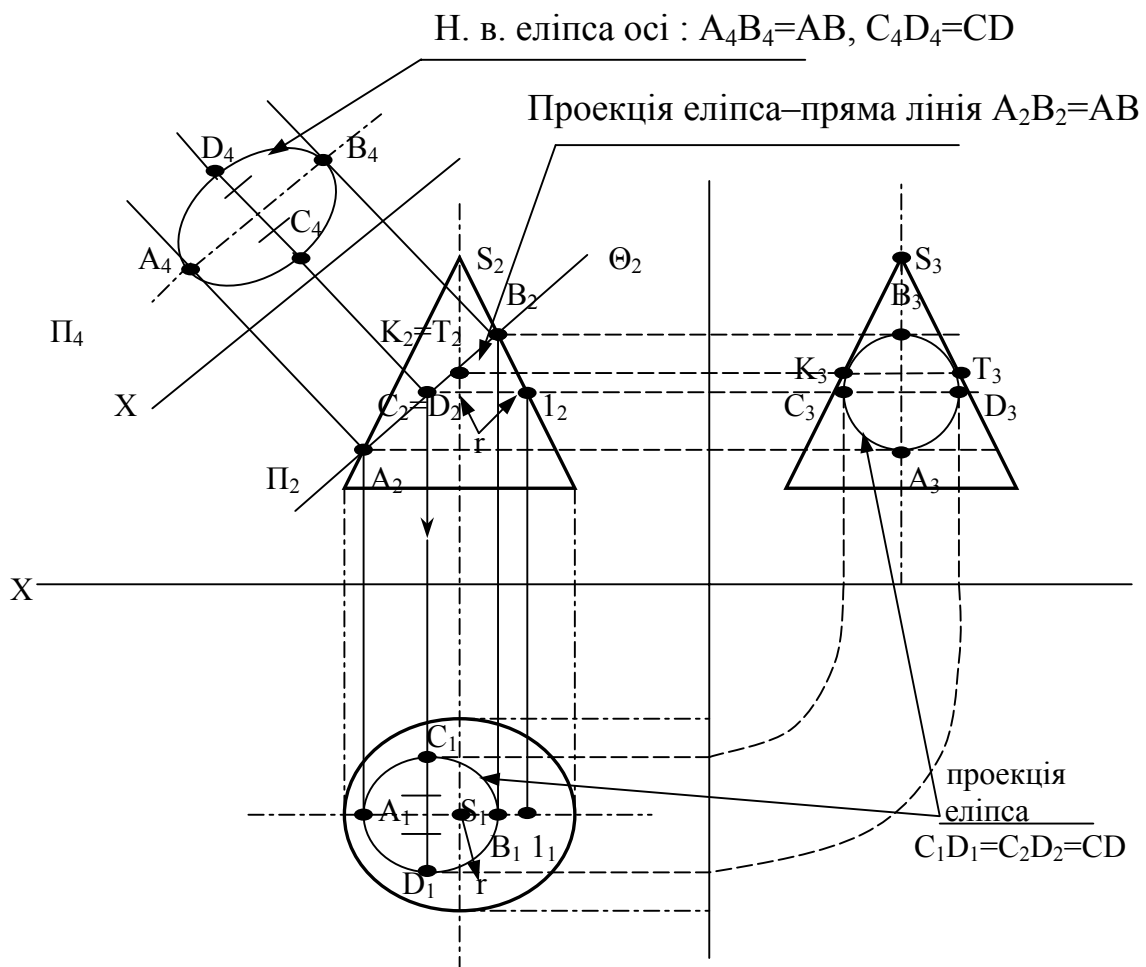


Рис.8.2 – Побудова ліній перерізу конуса площиною

Лінія перерізу являє собою еліпс з осями (AB) та (CD).

Фронталь проєкція еліпса – відрізок прямої ( $A_2, B_2$ ), що збігається зі слідом – проєкцією ( $\Theta_2$ ) площини ( $\Theta$ ), а горизонтальна та профільна – еліпса.

Переріз у натуральну величину (Н.в.) побудовано заміною площин проєкцій.

### Необхідні прилади та інструменти:

1. Папір – аркуш звіту: – 1;
2. Лінійка – 1;
3. Креслярські олівці "ТМ" (НВ) – 2 – 3;
4. Креслярський циркуль – 1.

### Порядок проведення лабораторної роботи:

1. Контроль рівня підготовленості студентів до виконання лабораторної роботи.
2. Інструктаж по правилам охорони праці та оформлення його підсумків в журнал проведення ЛР.
3. Завдання студентам на ЛР:
  - 3.1 Визначити точки перетину прямої (а) з прямими циліндром табл.8.1.

Таблиця 8.1 Координати точок перетину до завдання 3.1

Параметр	H, мм	D, мм
Варіант		
1	40	40
2	45	35
3	35	30
4	30	25
5	50	30
6	50	40

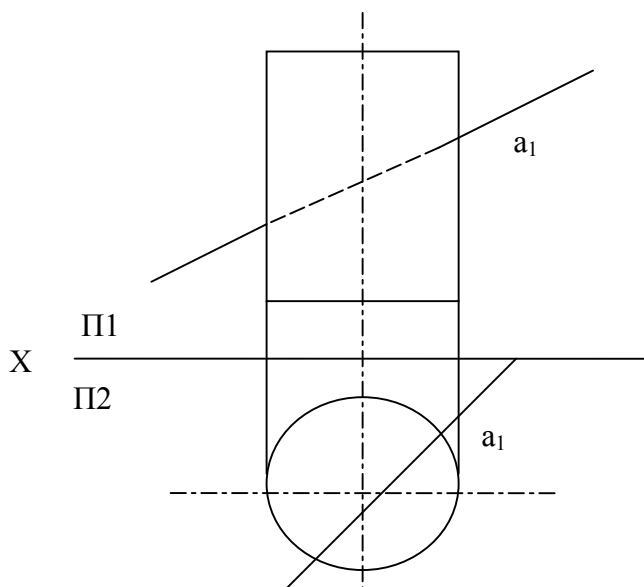


Рис. 8.3 – Рисунок до завдання 3.1

1.2 Перетин горизонтально – проекційної прямої з поверхнею конуса. Визначити точку перетину М [(M<sub>1</sub>= a<sub>1</sub>) на (П1) та (M<sub>2</sub>) на (П2)].

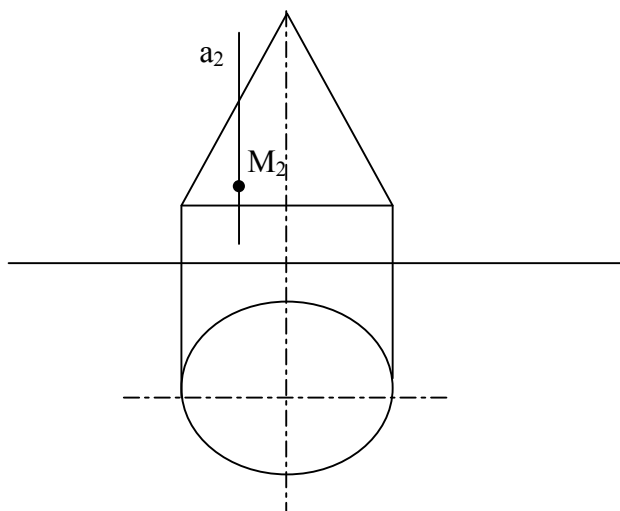


Рис.8.4 – Рисунок до завдання 3.2

3.3 Побудуйте недостаючи проекції точок А, В, С, D, Е, F, які лежать на поверхні конуса. З'ясуйте їх видимість.

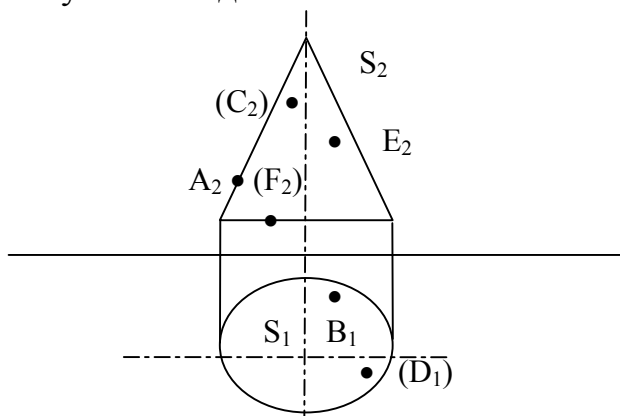


Рис.8.5 – Рисунок до завдання 3.3

3.4 Побудувати горизонтальну проекцію перерізу циліндра фронтально – проекційною площиною знайти дійсну величину перерізу.

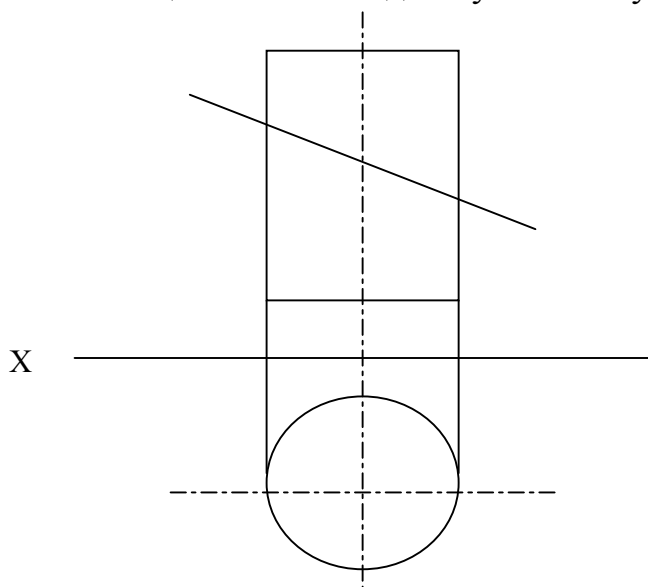


Рис.8.6 - Рисунок до завдання 3.4

3.5 Побудувати лінії перерізу конуса площиною  $\Theta$  ( $\Theta_2$ ), яка перетинає всі твірні конуса.

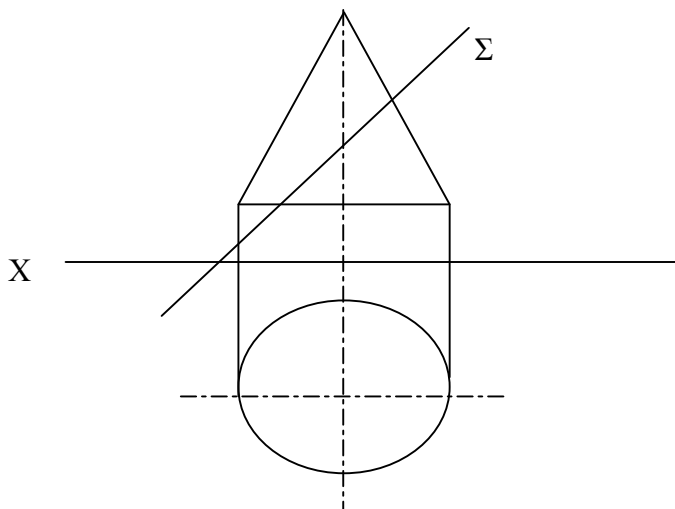


Рис.8.7 – Рисунок до завдання 3.4

#### Контрольні запитання:

1. Яку лінію називають перерізом?
2. Наведіть алгоритм побудови лінії перерізу поверхні циліндра та конуса площиною.
3. Як площини використовують для знаходження точок перетину прямої та поверхні?
4. Які точки лінії перерізу називаються характерними?
5. Як побудовано переріз конуса і циліндра у натуральну величину?

#### Оформлення звіту та його захист

1. Звіт по ЛР – 8 виконується на окремому аркуші спеціальної форми, приклад у викладача.
2. Завдання виконується самостійно кожним студентом під керівництвом викладача.
3. Захист ЛР – 8 проводиться індивідуально для кожного студента.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9

### "Побудова розгорток поверхонь багатогранників та тіл обертання"

**Мета** – дати студентам знання, уміння та навички побудови розгорток трьох граней пірамід і призми, конуса або циліндра.

**Пояснення:**

**Розгортки поверхонь.** У ході виготовлення виробів з листового матеріалу необхідною технічною операцією є розгортка поверхні виробу.

**Розгорткою поверхні** називають плоску фігуру, яку отримують після суміщення поверхні з площиною.

Сумістити з площиною без розрізів і складок можна тільки циліндр, конус, багатогранники (розгорнуті поверхні). Розгорнуті поверхні можна розгорнути на площину лише наближено.

Розгортка поверхні має такі основні властивості:

– Кожній точці розгортки відповідає єдина точка поверхні.  
– Довжина дуги будь – якої лінії на розгортці дорівнює довжині дуги відповідної лінії на поверхні.

– Прямій лінії на розгортці відповідає на поверхні або пряма, або геодезична лінія. Геодезичною лінією на поверхні називають найкоротшу лінію між двома точками на поверхні. Наприклад, на циліндрі геодезичною є гвинтова лінія.

– Кут між двома лініями на розгортці дорівнює куту між відповідними лініями на поверхні. Паралельним прямим відповідними лініями на поверхні. Паралельними прямим відповідають паралельні прямі.

– Площа, яка обмежена замкненою лінією на розгортці, дорівнює площі, що обмежена відповідною лінією на поверхні.

**Розгортки багатогранників**

Розгортка багатогранника являє собою сукупність багатокутників – граней багатогранника, для яких зазначено порядок їх з'єднання (склеювання) по сторонах та вершинах для того, щоб отримати даний багатогранник.

На рис.9.1 показано побудову розгортки піраміди. Розгортка складається з сукупності граней у натуральну величину – трикутників.

Натуральна величина кожної грані визначена за її трьома сторонами. Натуральні величини ребер піраміди знайдено способом плоско-паралельного переміщення.

На рис.9.1 показано побудову розгортки прямої призми. Розгорткою її бічної поверхні є прямокутник, одна з сторін якого дорівнює периметру основи призми, а друга – висоті призми. Показано також побудову на розгортці лінії перерізу 1', 2', 3' призми площиною.

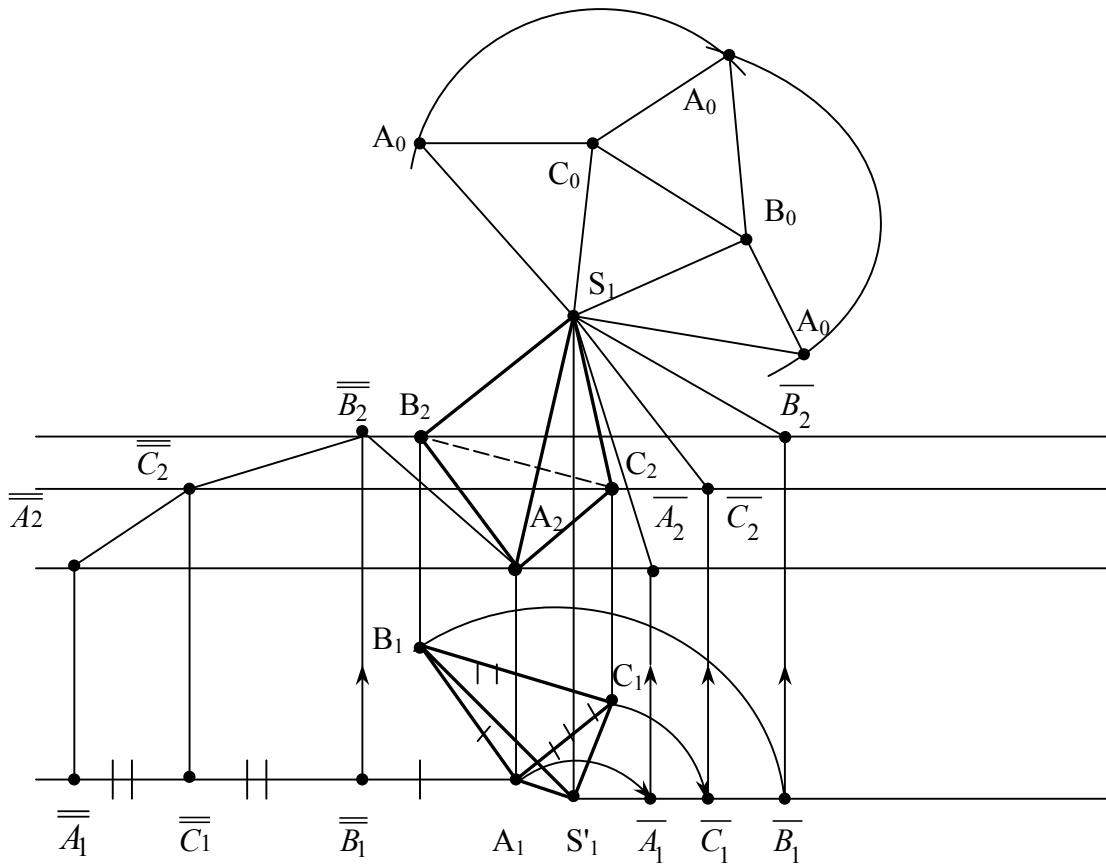


Рис.9.1 – Побудова розгортки піраміди

На рис.9.2 показано побудову розгортки прямої призми. Розгорткою її бічної поверхні є прямокутник, одна з сторін якого дорівнює периметру основи призми, а друга – висоті призми. Показано також побудову на розгортці лінії перерізу 1', 2', 3' призми площиною.

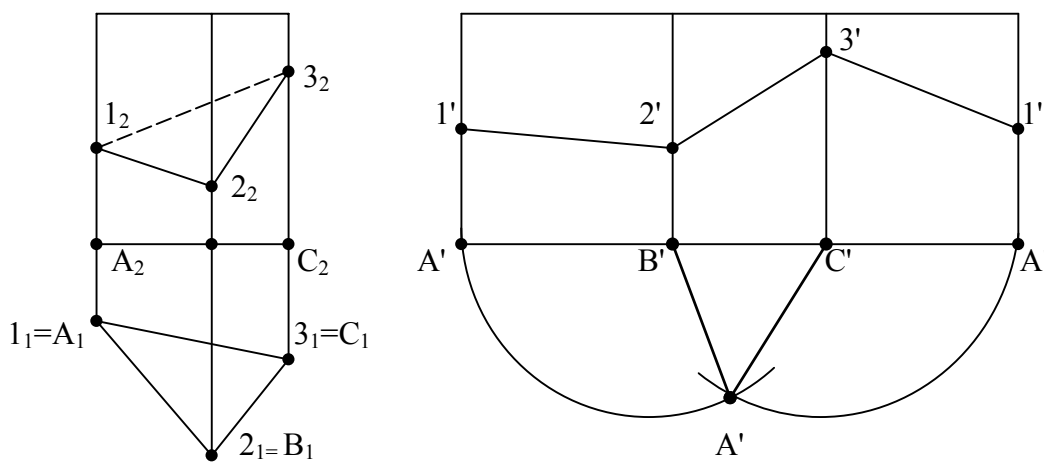


Рис.9.2 - Побудова розгортки прямої призми

На рис.9.3 показано побудову розгортки похилої призми способом послідовного розгортання її граней.



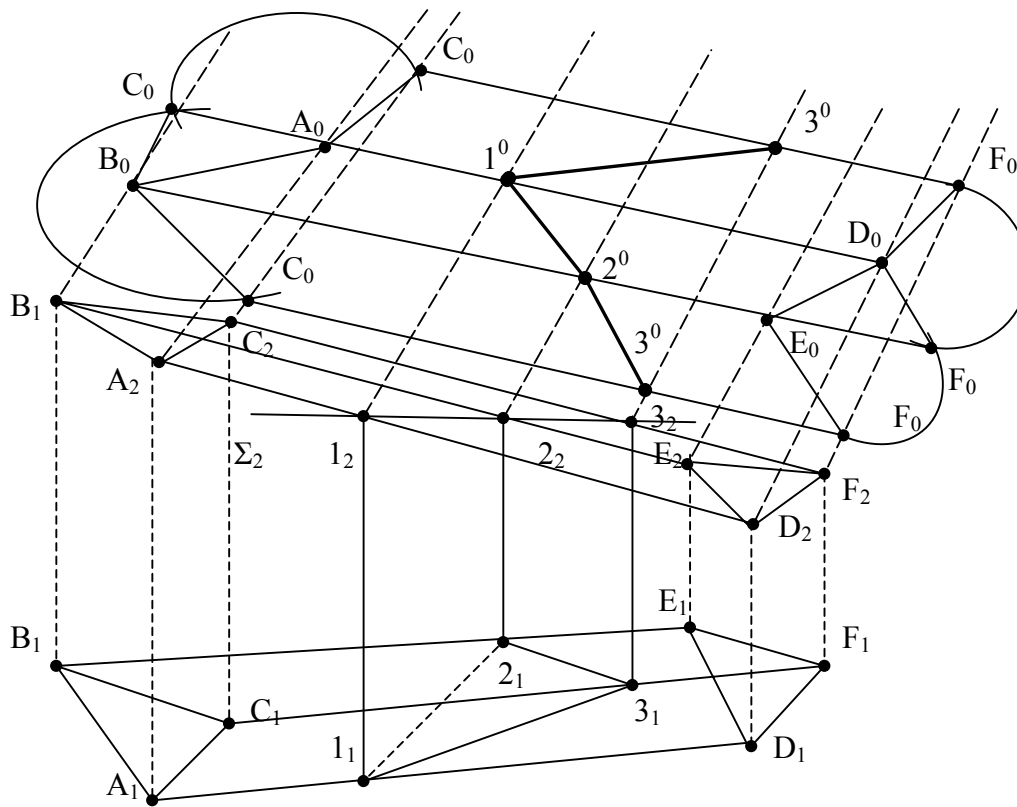


Рис.9.3 - Побудову розгортки похилої призми

Розгортка відсіку циліндра обертання визначається периметром його основи та висотою відсіку циліндра (рис.9.4).

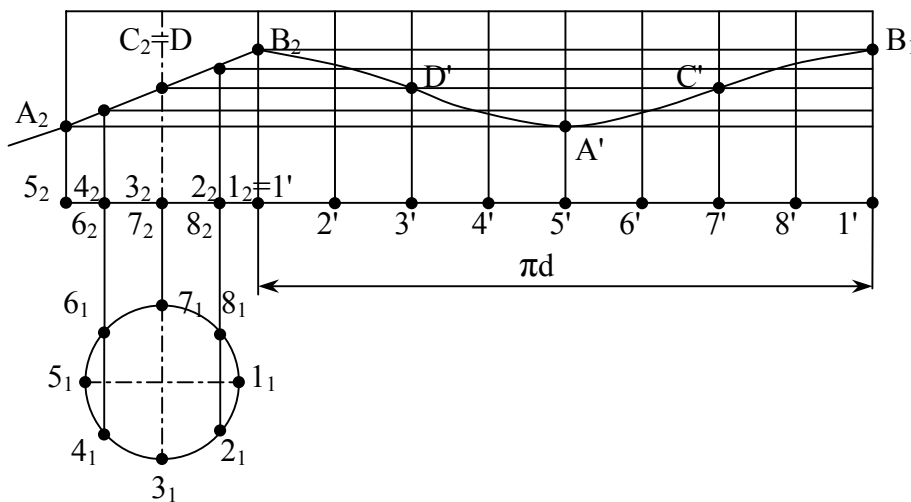


Рис.9.4 – розгортка поверхні відсіку конуса обертання

Розгорткою поверхні відсіку конуса обертання є сектор, кут якого ( $\alpha$ ) дорівнює:

$$\frac{R}{l} \times 360^\circ,$$

де  $R$  – радіус основи,  $l$  – твірна відсіку конуса (рис.9.5).

Лінію будь – якого перерізу поверхні можна побудувати на їх розгортках за допомогою твірних (див. рис.9.4 – 9.5).

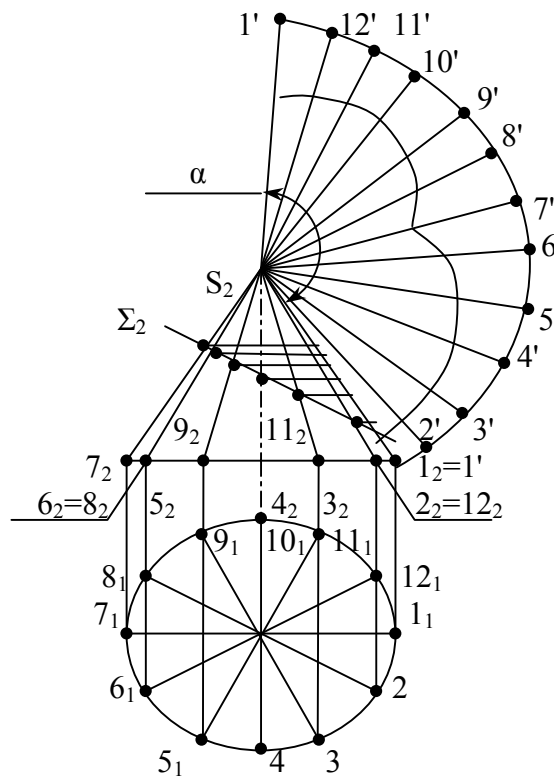


Рис.9.5 – Розгортка поверхні відсіку конуса обертання

Для всіх інших кривих розгорток поверхонь, наприклад похилого циліндра, як правило, будують наближені розгортки за допомогою вписаних у поверхню чи описаних навколо них багатограних поверхонь.

Розгортка циліндра являє собою сукупність граней призми. Очевидно, що точність такої розгортки збільшується з зростанням кількості граней призми.

Побудову розгортки похилого циліндра виконуються способом послідовного розгортання її граней.

### Необхідні прилади та інструменти:

1. Папір – аркуш звіту: – 1;
2. Лінійка – 1;
3. Креслярські олівці "ТМ" (Н) – 2 – 3;
4. Креслярський циркуль – 1.

### Порядок проведення лабораторної роботи:

1. Контроль рівня підготовленості студентів до виконання лабораторної роботи.
2. Інструктаж по правилам охорони праці та оформлення його підсумків в журнал проведення ЛР.

3. Завдання студентам на ЛР:

3.1 Побудувати розгортку прямого циліндра. Варіант вказує викладач (див. табл.9.1)

Таблиця 9.1 Варіанти до завдання 3.1

Варіанти	1	2	3	4	5
Параметри					
Н, мм	25,0	30,0	35,0	40,0	50,0
D основи, мм	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0

3.2 Побудувати розгортку похилої трьохгранної призми. Варіант вказує викладач (див. табл.9.2)

Таблиця 9.2 Варіанти до завдання 3.2

Варіанти	1	2	3	4	5
Параметри					
Н, мм	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0
Сторони основи, мм	Будь - які	Будь - які	Будь - які	Будь - які	Будь - які

3.3 Побудувати розгортку прямого конуса. Варіант вказує викладач (див. табл.9.3)

3.4 Побудувати розгортку похилої трьохгранної призми. Варіант вказує викладач (див. табл.9.4)

Таблиця 9.3 Варіанти до завдання 3.3

Варіанти	1	2	3	4	5
Параметри					
Н=0S – висота, мм	40,0	45,0	50,0	60,0	55,0
D основи, мм	30,0	35,0	40,0	50,0	40,0

Таблиця 9.4 Варіанти до завдання 3.4

Варіанти	1	2	3	4	5
Параметри					
Н висота, мм	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0
Основа сторони, мм	Будь - які	Будь - які	Будь - які	Будь - які	Будь - які

### **Контрольні запитання:**

1. Якими властивостями характеризується розгортка поверхонь?
2. Яку поверхню вважають розгорнутою?
3. Як побудувати розгортку прямої призми?
4. Як побудувати розгортку прямого циліндра?
5. Як побудувати розгортку похилої призми та циліндра?
6. Як побудувати розгортку прямого та похилого конуса?

### **Оформлення звіту та його захист**

1. Звіт по ЛР – 9 виконується на окремому аркуші спеціальної форми, приклад у викладача.
2. Завдання виконується самостійно кожним студентом під керівництвом викладача.
3. Захист ЛР – 9 проводиться індивідуально для кожного студента.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10

### "Виконання основних надписів на кресленнях, шрифти та правила нанесення розмірів"

**Мета** – дати студентам знання, уміння та навички виконання основних надписів на кресленнях стандартними шрифтами типа (А) або типа (Б) без нахилу і з нахилом близько  $75^\circ$ , а також нанесення розмірів на кресленики деталей.

**Пояснення:**

Значення параметрів шрифтів наведено в табл.10.1 (для типа А) та табл.10.2 (для типа Б)

Таблиця 10.1 Параметри шрифту типа А ( $d = h/14$ )

Параметр шрифту	Позначення	Відносний розмір		Розміри, мм						
				2.5	3.5	5	7	10	14	20
Розмір шрифту – висота великих літер	$h$	$(14/14)h$	$14d$							
Висота малих літер	$c$	$(10/14)h$	$10d$	1.8	2.5	3.5	5	7	10	14
Відстань між літерами	$a$	$(2/14)h$	$2d$	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2	2.8
Мінімальний крок рядків	$b$	$(22/14)h$	$22d$	4	5.5	8	11	16	22	31
Мінімальна відстань між словами	$e$	$(6/14)h$	$6d$	1.1	1.5	2.1	3	4.2	6	8.4
Товщина ліній шрифту	$d$	$(1/14)h$	$d$	0.18	0.2	0.35	0.5	0.7	1	1.4

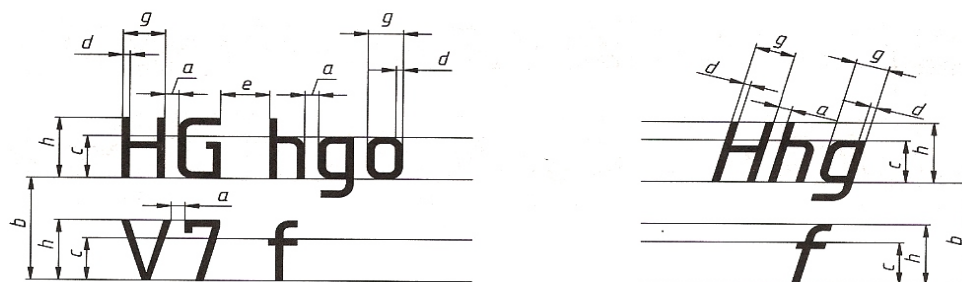


Рис.10.1 Геометрична інтерпретація параметрів для шрифту типа А

Таблиця 10.1 Параметри шрифту типа Б ( $d = h/10$ )

Параметр шрифту	Позначення	Відносний розмір		Розміри, мм						
				1.8	2.5	3.5	5	7	10	14
Розмір шрифту – висота великих літер	h	$(10/19)h$	10d	1.8	2.5	3.5	5	7	10	14
Висота малих літер	c	$(7/10)h$	17d	1.3	1.8	2.5	3.5	5	10	14
Відстань між літерами	a	$(2/10)h$	2d	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2	2.8
Мінімальний крок рядків	b	$(22/14)h$	17d	3.1	4.3	6	8.5	12	17	24
Товщина ліній шрифту	e	$(6/10)h$	6d	1.1	1.5	2.1	3	4.2	6	8.4
Мінімальна відстань між словами	d	$(1/10)h$	d	0.18	0.2	0.35	0.5	0.7	1	1.4

Правильне та швидке написання стандартного шрифту від руки потребує певного навичку, які набувають в процесі виконання вправ.

Спочатку букви та цифри належить писати на допоміжній сітці.

Перед тим, як приступити до вправ у написанні букв і цифр, варто вивчити їхню конструкцію. Знання конструкції кожної букви і цифри в значній мірі полегшує правильне їхнє написання.

Нижні бічні відростки букв (Ц) і (Щ) виведені вправо на величину (d) і вниз на величину (2d).

#### Необхідні прилади та інструменти:

1. Папір, для креслення – аркуш формату А4: – 1;
2. Лінійка – 1;
3. Креслярські олівці "Т" (Н) – 2 – 3;
4. Косинець – 1.

#### Порядок проведення лабораторної роботи:

1. Контроль рівня підготовленості студентів до виконання лабораторної роботи.
2. Інструктаж по правилам охорони праці та оформлення його підсумків в журнал проведення ЛР.
3. Завдання студентам на ЛР:

3.1 На аркушу формату А4 виконати написання літер кирилиці та римських цифр шрифтом типу А без нахилу  $h = 7\text{мм}$ .

1.2 На аркушу формату А4 виконати написання літер кирилиці та римських цифр шрифтом типу Б з нахилом,  $h = 5\text{мм}$ .

1.3 Відповідно до ДОСТ 2.414-75 та ДОСТ 2.419-91 нанести розміри на кресленик – рис.10.2

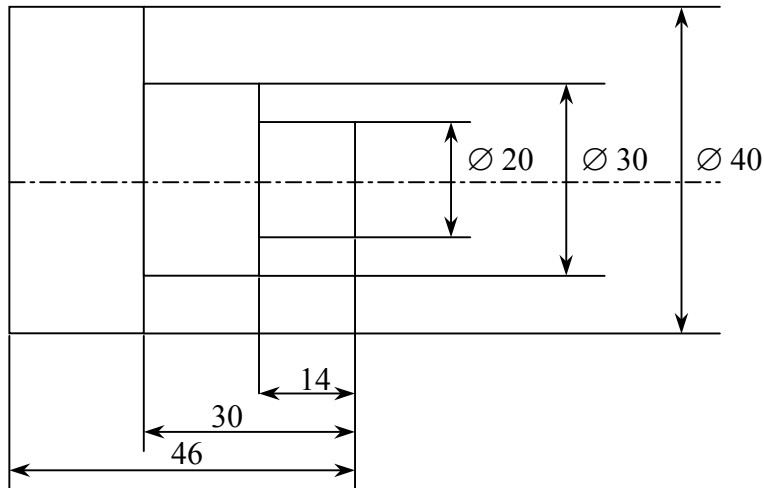


Рис.10.2 – Рисунок до завдання 3.3

#### Контрольні запитання:

1. Які шрифти встановлює ДОСТ 2.304-81?
2. Які розміри шрифту ( $h$ ) встановлює ДОСТ 2.304-81?
3. Як визначається параметри шрифту ( $a$ ,  $v$ ,  $c$ ,  $e$ ,  $d$ )?

#### Оформлення звіту та його захист

1. Звіт по ЛР – 10 виконується на окремому аркуші формату А4.
2. Завдання виконується самостійно кожним студентом під керівництвом викладача. В кінці ЛР 10 студенти оформлюють основний напис.
3. Заповнення основного напису за формулю 1 відповідно до ДОСТ 2.301-68
4. Захист ЛР – 10 проводиться індивідуально для кожного студента.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №11

### "Знаходження третьої проекції деталі по двом заданим. Побудова проекцій деталі з натурального зразка"

**Мета** – дати студентам знання, уміння та навички зображення предметів на технічних креслениках згідно положень ДОСТ 2.305-68 або ДСТУ ISO 5456-2:2005 "Частина 1. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення", "Частина 2. Кресленики технічні. Методи проектування. Ортогональні зображення".

#### Необхідні прилади та інструменти:

1. Папір, для креслення – аркуш формату А4: – 1;
2. Лінійка – 1;
3. Креслярські олівці "Т" (Н) – 2 – 3;
4. Косинець – 1;
5. Креслярський циркуль – 1.

#### Порядок проведення лабораторної роботи:

1. Контроль рівня підготовленості студентів до виконання лабораторної роботи.
2. Інструктаж по правилам охорони праці та оформлення його підсумків в журнал проведення ЛР.
3. Завдання студентам на ЛР:
  - 3.1 Знаходження третьої проекції деталі по двом заданим. Варіант №1 - №10 "Проекції (П1) та (П2) деталі".
  - 3.4 Побудова проекцій деталі з натурального зразка
    - натурний зразок 1-й – Варіант №1;
    - натурний зразок 2-й – Варіант №2 і тд.

#### Контрольні запитання:

1. Вид – це що?
2. Які бувають види?
3. Основний вид – це?
4. Допоміжний вид – це?
5. Місцевий вид – це ?
6. Залежно від вибраної взаємного розташування спостерігача і предмета основні види розрізняють?



## **Оформлення звіту та його захист**

1. Звіт по ЛР – 11 виконується на окремому аркуші формату А4. Основний напис виконують за формою 1.У графах основного напису вказують:
  - (1) графа – найменування деталі;
  - (4) графа – літеру "У";
  - (9) графа – ОДЕКУ;
  - (11) – прізвище студента;
  - (12) – прізвище викладача;
  - (6) – масштаб згідно ДОСТ 2.302 – 68.
2. Завдання виконується самостійно кожним студентом під керівництвом викладача.
3. Захист ЛР – 11 проводиться індивідуально для кожного студента.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РОБОТА № 12

### "Виконання спряжень"

**Мета** – дати студентам знання, уміння та навички виконання спряжень.

**Пояснення:**

Виконуючи креслення різних технічних виробів, приходиться плавно сполучати між собою різні лінії: прямі – з дугами окружностей, дуги кіл – між собою та інше.

Плавний перехід однієї лінії в іншу називається *дотична*.

Пряма, дотична до кола, утворить прямий кут з радіусом, проведеним у точку дотику (рис.12.1а).

Існує два виду дотику кіл:

– Зовнішнє (рис.12.1б), коли відстань між центром дорівнює сумі радіусів ( $R_1 + R_2$ ), а точка дотику розташована на лінії центрів між ( $O_1$ ) та ( $O_2$ ).

– Внутрішнє (рис.12.1г), коли відстань між центрами дорівнює різниці радіусів ( $R_1 - R_2$ ) і точка дотику знаходиться на лінії центрів за точками ( $O_1$ ) та ( $O_2$ ).

Через точку дотику можна провести загальну дотичну, перпендикулярну до радіусів, проведеним у цю точку.

Сполученням (спряженням) називається плавний перехід однієї лінії в іншу, виконаний за допомогою променевої лінії.

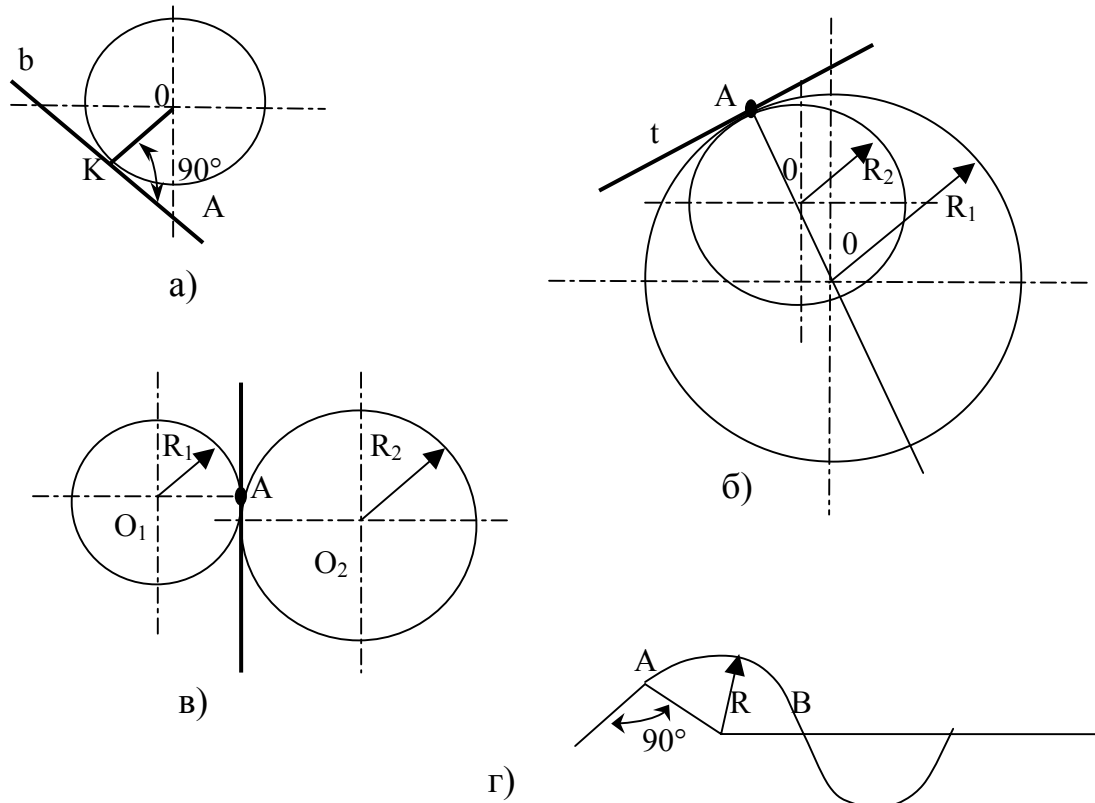


Рис. 12.1 – Основні елементи сполучення

Основні елементи сполучення (рис.12.1г) – це радіус ( $R$ ) дуги сполучення, центр ( $O$ ) сполучення, точки сполучення, або точки переходу ( $A$ ) та ( $B$ ).

У технічному кресленні при побудові сполучення найчастіше задається радіус ( $R$ ) дуги сполучення, а інші елементи визначаються побудовою.

**Побудова дотичних до кіл**

Побудова дотичної до кола в точці ( $A$ ), що лежить на колі (рис.12.2а). шукана дотична є перпендикуляр, з точки ( $AK$ ) до радіусу проведеному в цю точку.

Побудова дотичної до кола з зовнішньої точки ( $A$ ) (рис.12.2б).

З точки  $O_1$  (середини відрізка  $AO$ ), як з центра радіусом ( $O_1O$ ), проводять допоміжне коло до перетинання його з даним колом в точках ( $B$ ) та ( $C$ ). Прямі ( $AB$ ) та ( $AC$ ) – шукані дотичні, тому що кут ( $ACO$ ) прямої як вписаний, що спирається на діаметр ( $AO$ ).

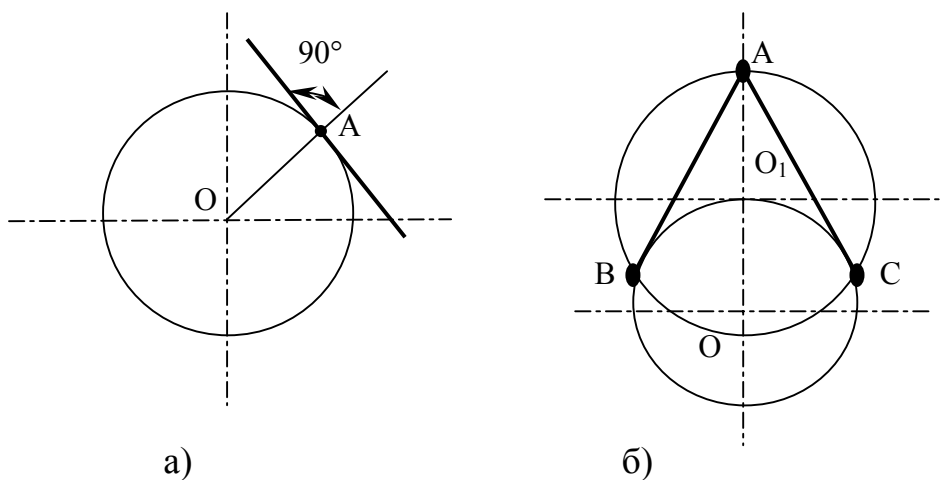


Рис.12.2 – Сполучення кола та прямої

У практиці технічного креслення часто доводиться проводити дотичні до двох кіл. У цьому випадку дотик може бути зовнішнім, якщо кола розташовані по один бік від дотичної, чи внутрішніми, якщо кола розташовані по різні сторони від неї.

**Побудова зовнішньої дотичної до кіл радіусів ( $R_1$ ) ( $R_2$ ) (рис.12.3а,б).**

З центра ( $O_1$ ) проводять допоміжне коло радіусом ( $R_1 - R_2$ ). З точки ( $O$ ) (середина відрізка  $O_1O_2$ ) як з центра радіусом  $OO_1$ , проводять коло до перетинання його з допоміжним колом в точках ( $A$ ) та ( $B$ ). Прямі ( $O_1A$ ) та ( $O_1B$ ) перетинають коло радіуса ( $R_1$ ), в точках дотику ( $C$ ) та ( $D$ ). З центра ( $O_2$ ) проводять прямі ( $O_2E$ ) та ( $O_2F$ ), відповідні паралельні ( $O_1C$ ) та ( $O_1D$ ). ( $CE$ ) та ( $DF$ ) – шукані зовнішні дотичні до наших кіл.

**Побудова внутрішньої дотичної до кіл радіусів ( $R_1$ ) та ( $R_2$ ) (рис.12.3в, г)**

З центра ( $O_1$ ) проводять допоміжне коло радіусом ( $R_1 + R_2$ ). З точки (середини відрізка  $O_1O_2$ ) як з центра радіусом ( $OO_1$ ), проводять коло до перетинання його з допоміжним колом в точках ( $A$ ) та ( $B$ ). Прямі ( $O_1A$ ) та ( $O_1B$ ) перетинають коло радіуса ( $R_1$ ) в точках дотику ( $C$ ) та ( $D$ ). З центра ( $O_2$ )

проводять прямі  $(O_2F)$  та  $(O_2E)$ , відповідно паралельні  $(O_1C)$  та  $(O_1D)$ .  $(CE)$  та  $(DF)$  – шукані внутрішні дотичні до даних кіл.

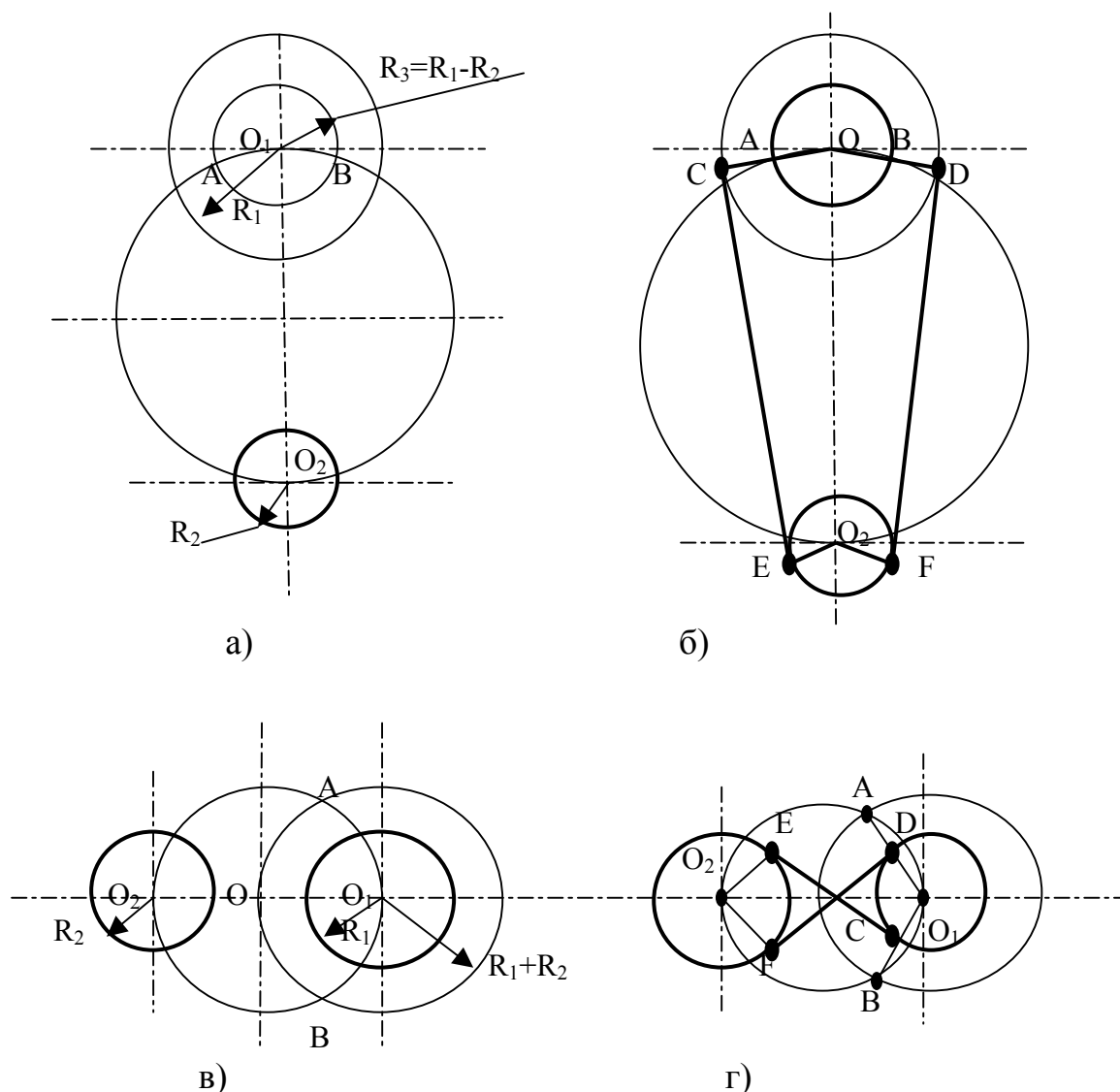


Рис.12.3 – Побудова внутрішньої дотичної

### ***Сполучення дуг кіл між собою***

Розрізняють зовнішнє, внутрішнє та змішане сполучення дуг кіл між собою. При зовнішнім сполученні (рис.12.4а) центр сполучення  $(O)$  знаходиться в точці перетинання допоміжних дуг радіусів  $(R_1)$  та  $(R_2+R)$  проведених відповідно з центрів  $(O)$  та  $(O_2)$ . Перетинання променів  $(O_1)$  та  $(O_2)$  з заданими колами дає точки сполучення  $(A)$  та  $(B)$ .

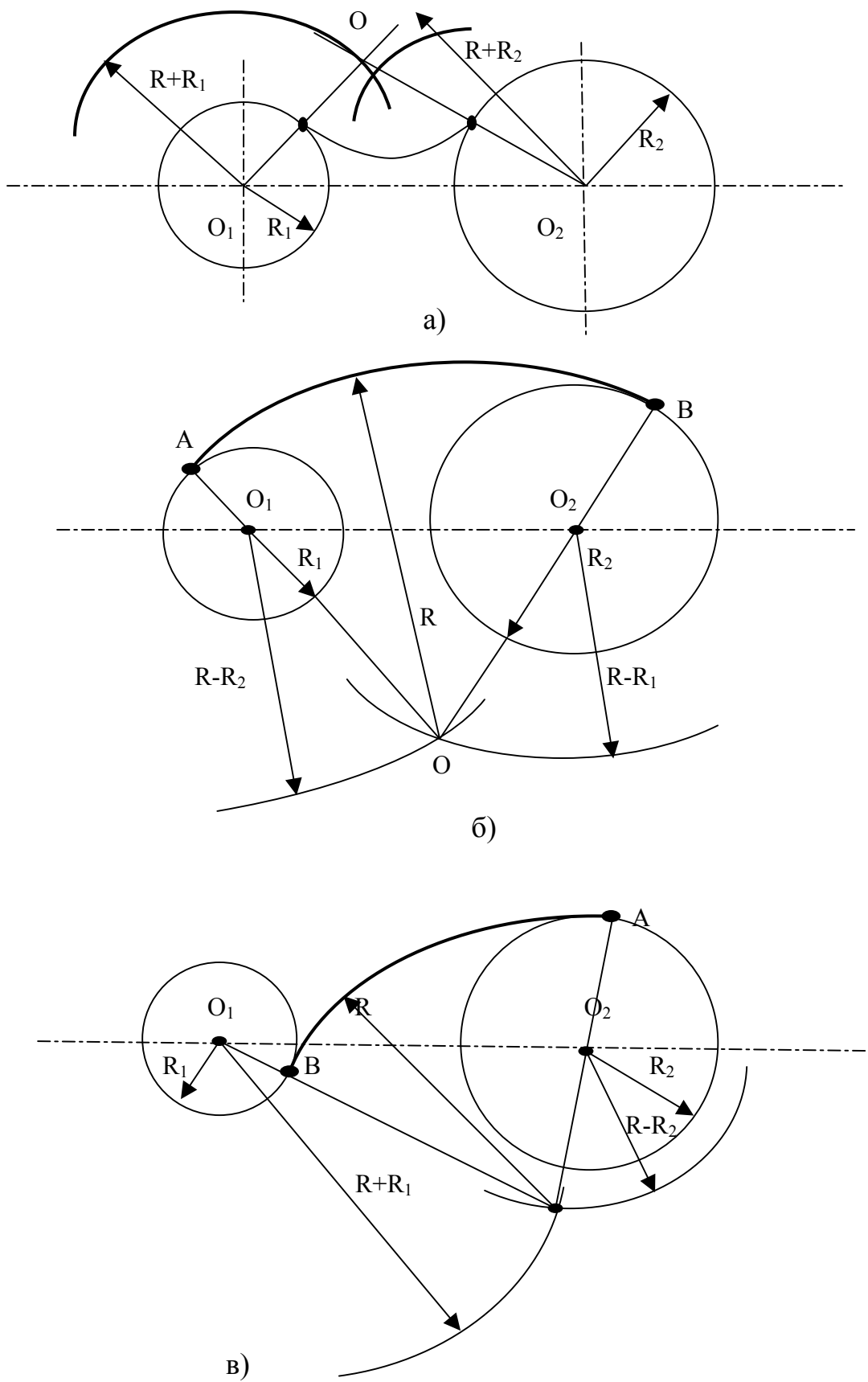


Рис. 12.4 Сполучення дуг кіл між собою

При внутрішнім сполученні (Рис.12.4б) центр сполучення ( $O$ ) визначиться в точці перетинання допоміжних дуг радіусів  $(R - R_1)$  та  $(R - R_2)$ ,

проведених відповідно з центрів ( $O_1$ ) та ( $O_2$ ). Точки сполучення (А) та (В) лежать на перетинанні продовжень ліній центрів ( $O_1$ ) та ( $O_2$ ) з колами.

При змішаному сполученні (рис.12.4в) центром сполучення є точка (О) перетинання допоміжних дуг радіусів ( $R+R_1$ ) та ( $R - R_2$ ), проведених відповідно з центрів ( $O_1$ ) та ( $O_2$ ). Точки сполучення (А) та (В) визначають так само, як і в попередніх випадках.

### Необхідні прилади та інструменти:

1. Папір, для креслення – аркуш формату А4: – 1;
2. Лінійка – 1;
3. Креслярські олівці (Т), (Н, НВ) – 2 – 3;
4. Косинець – 1;
5. Креслярський циркуль – 1.

### Порядок проведення лабораторної роботи:

1. Контроль рівня підготовленості студентів до виконання лабораторної роботи.

2. Інструктаж по правилам охорони праці та оформлення його підсумків в журнал проведення ЛР.

3. Завдання студентам на ЛР:

3.1 Виконання спряжень за варіантами (1 - 8). Варіант студенту вказує викладач (рис.12.5 – 12.6).

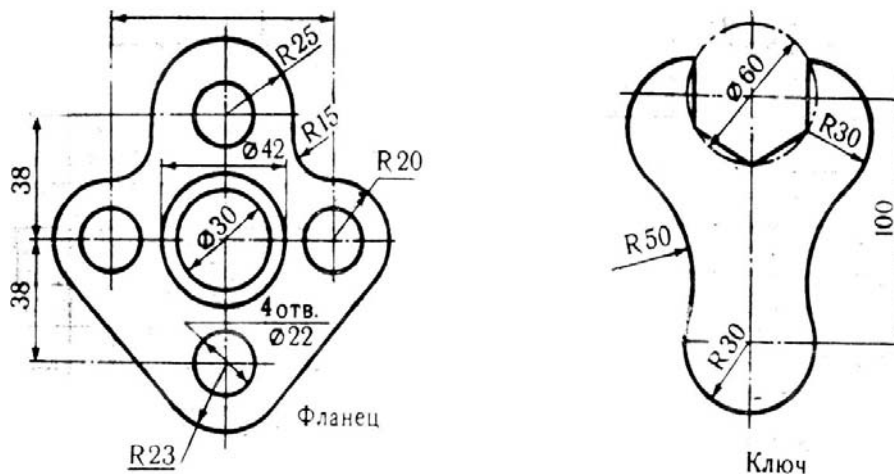


Рис. 12.5 – Рисунки до завдання 3.1

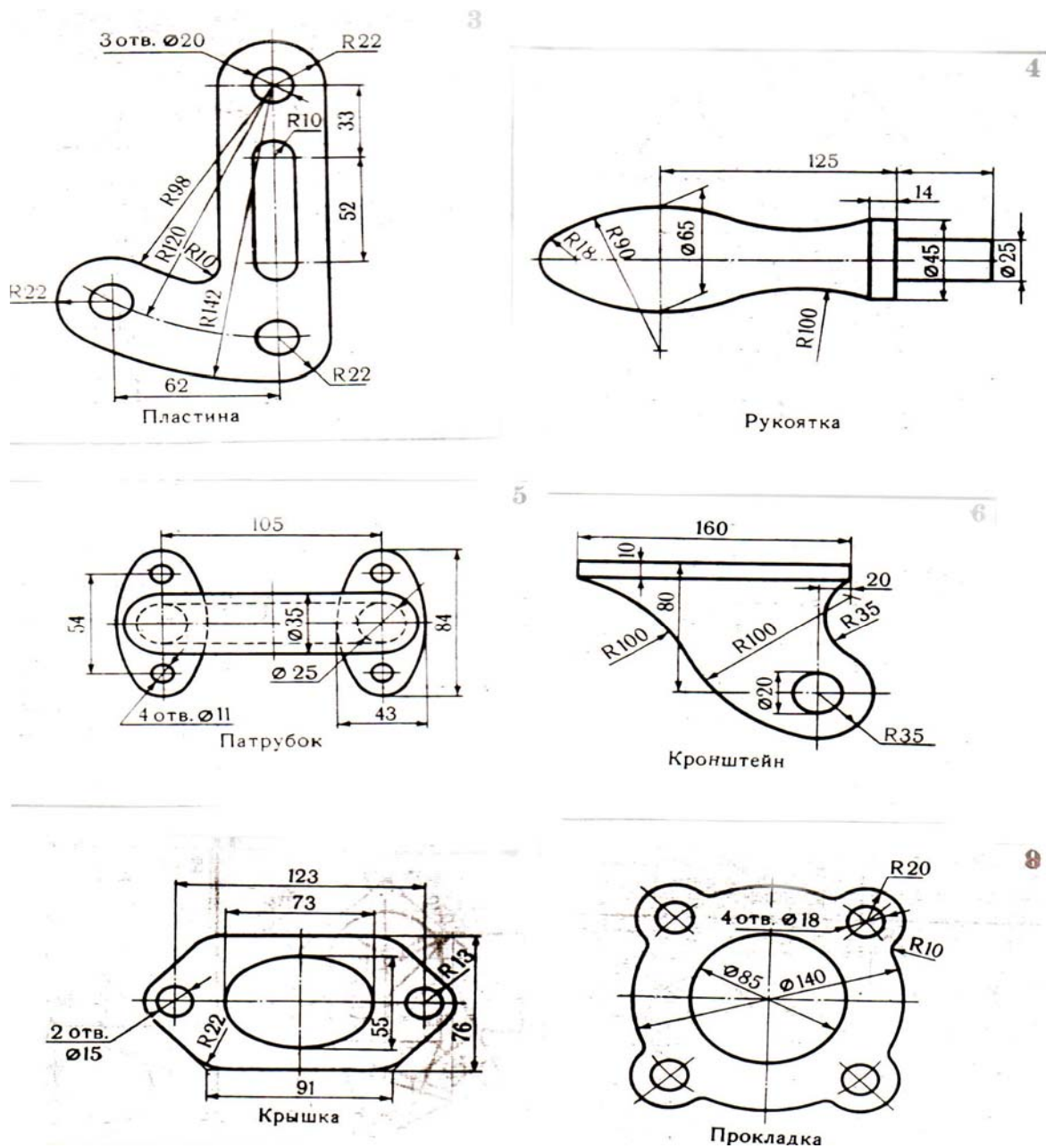


Рис. 12.6 – Рисунки до завдання 3.1

### Контрольні питання:

1. Які основні елементи сполучення?
2. Що називається сполученням?
3. Скільки існує видів дотику кіл?
4. Побудова дотичної до кола в точці (А);
5. Побудова зовнішньої дотичної до кіл радіусів ( $R_1$ ) та ( $R_2$ ).
6. Побудова внутрішньої дотичної до кіл радіусів ( $R_1$ ) та ( $R_2$ );
7. Сполучення дуг кіл між собою.

## Оформлення звіту та його захист

1. Звіт по ЛР – 12 виконується на окремому аркуші формату А4. Основний напис виконують за формою 1.У графах основного напису вказують:
  - (1) графа – найменування деталі;
  - (4) графа – літеру "У";
  - (9) графа – ОДЕКУ;
  - (11) – прізвище студента;
  - (12) – прізвище викладача;
  - (6) – масштаб 1:1.
2. Завдання виконується самостійно кожним студентом під керівництвом викладача.
3. Захист ЛР – 12 проводиться індивідуально для кожного студента.



## ЛАБОРАТОРНАЯ РОБОТА №13

### "Правила виконання роз'ємних та не роз'ємних з'єднань"

**Мета** – дати студентам знання, уміння та навички існуючих з'єднань деталей – болтових, гвинтових, шлицевих, шпилькових роз'ємні та зварних, паяних, клеєних, зшитих клепаних (нероз'ємні). Дати практику зображення на креслениках різьби, зварних швів, болтових, гвинтових та шпилькових з'єднань.

#### **Пояснення:**

Існуючі з'єднання деталей поділяються на дві групи:

- Роз'ємні
- Нероз'ємні.

До нероз'ємних з'єднань відносяться:

- клепані;
- зварені;
- паяні;
- клеєні;
- зшити, а також з'єднання, отримані на пресуванням з натягом.

Зварені шви на кресленнях позначаються відповідно ДОСТ 2.312-72.(рис.13.1). Крім того, існують стандарти ДОСТ14776-80, ДОСТ 15164-88 та інші, в яких визначені типи, конструктивні елементи і способи зварки.

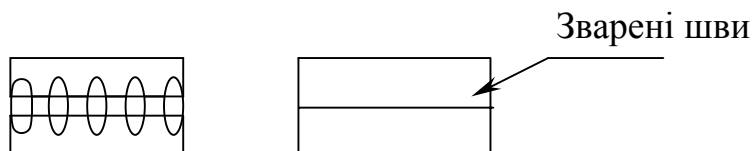


Рис. 13.1 Зварені шви

До роз'ємних з'єднань відносяться:

- болтові;
- гвинтові;
- шлицеві;
- шпилькові з'єднання.

На рис.13.2 зображені креслення різьби болта.

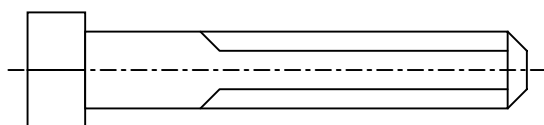


Рис. 13.2 – Різьба болта

Параметри різьби встановленні стандартами, її позначення, включаючи тип різьби, розмір і крок різьби.

**Наприклад.** Різьба М16×1,5 кл.1. Означає: М – різьба метрична; 16 – зовнішнього контуру різьби, мм; 1,5 – крок різьби; кл.1 – перший клас точності різьби. Крім метричної різьби існують інші її види :

- Труб – трубка;
- Уп. – упорна;
- Тр. – трапецевидна.

Всі розміри болтів і гайок знаходяться в відповідному співвідношенні від діаметрі різьби (d) і повинні відповідати ДОСТ 7798-70.

### **Необхідні прилади та інструменти:**

1. Папір, для креслення – аркуш формату А4: – 1;
2. Лінійка – 1;
3. Креслярські олівці (ТМ) (Н) (НВ) – 2 – 3;
4. Косинець – 1;
5. Креслярський циркуль – 1.

### **Порядок проведення лабораторної роботи:**

1. Контроль рівня підготовленості студентів до виконання лабораторної роботи.

2. Інструктаж по правилам охорони праці та оформлення його підсумків в журнал проведення ЛР.

3. Завдання студентам на ЛР:

Варіант №1 "Болтові з'єднання" – зразок №1.

Варіант №2 "Гвинтові з'єднання" – зразок №2.

Варіант №3 "Трубні з'єднання" – зразок №3.

Варіант №4 "Трубні з'єднання" – зразок №4.

### **Контрольні запитання:**

1. Як поділяють способи з'єднання деталей?
2. Які з'єднання називають рознімними?
3. Які деталі відносять до кріпильних?
4. Що таке болт?
5. Яка структура умовної позначки болта?
6. Що являє собою гвинт?
7. Які бувають види гвинтів?
8. Що називають звареним швом?
9. Як зображають та позначають зварені шви?

## Оформлення звіту та його захист

1. Кожний студент отримує свій варіант виконання ЛР - 13, один з варіантів (№1 - №4).
2. Завдання виконується на окремому аркуші формату А4 під керівництвом викладача.
3. В кінці ЛР – 13 студент оформлює основний напис по формі 1 – ДОСТ 2.301-68. У графах основного напису вказують:
  - (1) графа – найменування з'єднання;
  - (4) графа – літеру "У";
  - (6) графа – масштаб 1:1;
  - (9) – ОДЕКУ;
  - (11) – прізвище студента;
  - (12) – прізвище викладача.
4. Захист ЛР – 13 проводиться індивідуально для кожного студента.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №14

### "Деталізація складних вузлів. Специфікації"

**Мета** – дати студентам знання, уміння та навички з креслеників складаних одиниць та специфікації. Дати практику зображення складані одиниці на кресленику і оформлення специфікації регламентованих ДОСТ 2.106 – 96.

#### **Пояснення:**

Деталізація – це виконання робочих креслень окремих деталей, вузлів та механізмів (складальних одиниць).

Складальним креслеником називається графічний документ, який містить зображення складаної одиниці та інші дані, необхідні для її складання, виготовлення та контролювання.

Відповідно до ДОСТ 2.109 – 73 складальний кресленик має містити:

- Зображення складальної одиниці, яке дає уявлення про розташування і взаємозв'язки складових частин, їх з'єднують за даними креслеником;
- Розміри, граничні відхили, які мають бути виконані або проконтрольовані за складальним креслеником;
- Вказівки щодо характеру сполучення та методів його здійснення, а також вказівки про виконання не рознімних з'єднань (зварених, паяних, тощо);
- Номери позицій складових частин, що входять до виробу;
- Габаритні розміри виробу;
- Установчі, приєднувальні та інші необхідні довідкові розміри;
- Технічну характеристику виробу (у разі необхідності).

Кількість зображень на складальному кресленику залежить від складності конструкції виробу. Вона має бути мінімальною, але достатньою, щоб мати повне уявлення про взаємне розташування та з'єднання складових частин.

Зображення виконують відповідно до ДОСТ 2.305 – 68 або стандартів ДСТУ ISO серії 128.

Розріз на складальному кресленику є сукупністю розмірів окремих складових частин, що входять до складальної одиниці. Штрихування у розрізах однієї й тієї самої деталі на всіх зображеннях виконують у один і той самий бік однаковою відстанню між лініями штрихування. Штрихування суміжних деталей з одного й того самого матеріалу урізноманітнюють зміною напрямку на протилежний, зміною кроку або зсувам штрихів.

#### ***Специфікація складальної одиниці.***

Специфікацією називають конструкторський документ, який визначає склад складальної одиниці, комплексу чи комплекту.

Специфікацію розробляють після розроблення кресленика загального виду та креслеників деталей.



Назву кожного розділу записують у вигляді заголовка у графі "Найменування" та підкреслюють суцільною тонкою лінією. Після рядка заголовка слід залишити вільний рядок.

До розділу "Документація" заносять документи, що складають основний комплект конструкторських документів даного виробу, окрім його специфікації, розпису експлуатаційних документів та розпису документів для ремонту, а також документи основного комплексу складових частин (деталей), окрім їх робочих креслеників.

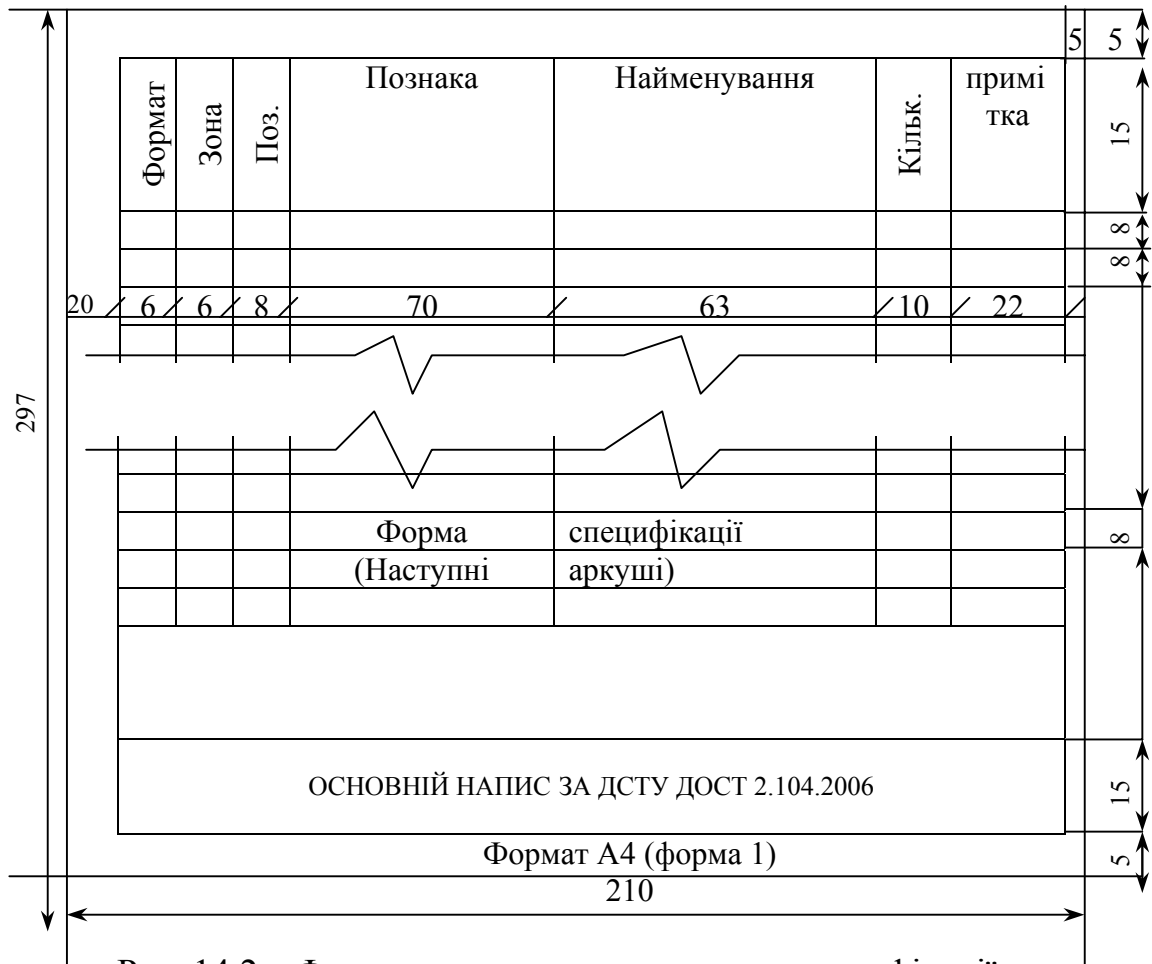


Рис. 14.2 – Форма та порядок заповнення специфікації для наступних аркушу

Після кожного розділу специфікації допускається залишати кількі вільних рядків для додаткових записів. Допускається резервувати і номери позицій, які проставляють у специфікацію після заповнення резервних рядків.

Специфікацію допускається суміщати з складальним креслеником за умови їх розміщення на одному аркуші формату А4.

Такому суміщеному документу присвоюють позначку основного документа.

### Необхідні прилади та інструменти:

1. Папір, для креслення – аркуш формату А4: – 2;

2. Лінійка – 1;
3. Креслярські олівці (ТМ) (Н) (НВ) – 2 – 3;
4. Креслярський циркуль – 1;
5. Косинці – 1.

### **Порядок проведення лабораторної роботи:**

1. Контроль рівня підготовленості студентів до виконання лабораторної роботи.
2. Інструктаж по правилам охорони праці та оформлення його підсумків в журнал проведення ЛР.
3. Завдання студентам на ЛР:  
Варіант №1 – "Складальний кресленик та специфікація складальної одиниці (приклад №1)";  
1.1 Варіант №2 – "Складальний кресленик та специфікація складальної одиниці (приклад №2)".

### **Контрольні запитання:**

1. Що таке специфікація?
2. З яких розділів складається специфікація та в якому порядку їх розміщують?
3. Яку інформацію має містити складальний кресленик?
4. Що таке кресленик загального виду та яку інформацію він має містити?
5. якої послідовності дій слід дотримуватися в ході деталювання кресленика загального виду?

### **Оформлення звіту та його захист**

1. Завдання виконується кожним студентом індивідуально під керівництвом викладача. Варіант студенту вказує викладач.
2. Звіт на ЛР №14 виконується на двох аркушах формату А4:
  1. аркуш – кресленик;
  2. аркуш – специфікація.
3. У графах основного напису вказують:
  - (1) графа – найменування деталі та специфікація;
  - (4) графа – літеру "У";
  - (6) графа – масштаб 1:1;
  - (9) – ОДЕКУ;
  - (11) – прізвище студента;
  - (12) – прізвище викладача.
4. Захист ЛР – 14 проводиться індивідуально для кожного студента.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 15

### "Виконання ескізів деталей"

**Мета** – дати студентам знання, уміння та навички виконання ескізів деталей. Дати практику виконання ескізу деталі з натурального зразка.

**Пояснення:**

Для виготовлення будь – якої деталі необхідно мати її креслення або ескіз на яких вказані всі розміри, чистота поверхні і допуски на розміри.

Креслення деталей, або вузлів, що призначаються для разового використання, допускаються виконуватися у вигляді ескізів.

Ескізом називається рисунок, що виконаний без допомоги креслярських інструментів. Вони виконуються в окомірному масштабі, при якому забезпечуються пропорції деталі та її елементів на всіх видах і зображеннях.

Виконання ескізів (ескізування) проводиться на аркушах будь – якого паперу стандартного формату.

В учбових цілях допускається ескізування на папері, розграфленому в клітку.

Ескіз може служити документом для виготовлення деталі або виконання її робочого рисунка.

Процес ескізування можна розбити, на окремі етапи, які тісно пов'язані між собою ті використовуються в наступній послідовності:

1. Ознайомлення з деталлю:

- встановлюється форма;
- її складові частини;
- розміри;
- частота поверхні;
- матеріал, покриття;
- особливості технології її виготовлення.

2. Вибір головного виду та інших необхідних зображень.

Головний вид слід вибирати там, щоб він давав найбільш повне уявлення про деталь і щоб ескіз деталі був якомога простішим.

По можливості слід обмежити кількість ліній невидимого контуру.

Зображення слід вибирати і виконувати у відповідності з правилами і рекомендаціями ДОСТ 2.305 – 98.

3. Оформлення видів, розрізів і перерізів. На всіх видах уточнюються розміри, оформлюються необхідні розрізи і перерізи, виконуються штрихування по ДОСТ 2.306 – 98, наводяться основні контурні лінії по ДОСТ 2.303 – 98.

4. Нанесення розрізів та умовних знаків. Розмірні та виносні лінії та умовні знаки наносять у відповідності з ДОСТ 2.307 – 98.

5. Оформлення ескізу. Заповнюються основні написи.

6. Остаточо перевіряються всі розміри та їх граничні відхилення.



### **Контрольні запитання:**

1. Як виконуються ескіз деталі?
2. Ескіз – є кресленик або ні?
3. Які етапи виконання ескізу деталі?

### **Необхідні прилади та інструменти:**

1. Папір, для креслення – аркуш формату А4: – 1;
2. Лінійка – 1;
3. Креслярські олівці (ТМ) (Н) (НВ) – 2 – 3;
4. Креслярський циркуль – 1.

### **Порядок проведення лабораторної роботи:**

1. Контроль рівня підготовленості студентів до виконання лабораторної роботи.
2. Інструктаж по правилам охорони праці та оформлення його підсумків в журнал проведення ЛР.
3. Завдання студентам на ЛР:
  - 3.1 Деталь – "Ось" – Варіант №1;
  - 3.2 Деталь – "Ричаг" – Варіант №2;
  - 3.N Деталь – "Знімач" – Варіант № N:N – кількість студентів.

### **Оформлення звіту та його захист**

1. Завдання виконується на окремому аркуші формату А4 під керівництвом викладача.
2. В кінці ЛР – 15 студент оформлює основний напис по формі 1 – ДОСТ 2.301-68. У графах основного напису вказують:
  3. (1) графа – найменування деталі;
  4. (4) графа – літеру "У";
  5. (6) графа – масштаб;
  6. (9) – ОДЕКУ;
  7. (11) – прізвище студента;
  8. (12) – прізвище викладача.
9. Захист ЛР – 15 проводиться індивідуально для кожного студента.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 16

### "Виконання аксонометричних зображень деталі по заданим проєкціям"

**Мета** – побудова аксонометричного креслення деталі за ортогональними проєкціями.

#### Необхідні прилади та інструменти:

1. Папір, для креслення – аркуш формату А4: – 1;
2. Лінійка – 1;
3. Креслярські олівці (ТМ) (Н) (НВ) – 2 – 3;
4. Косинець – 1;
5. Креслярський циркуль – 1.

#### Порядок проведення лабораторної роботи:

1. Контроль рівня підготовленості студентів до виконання лабораторної роботи.
2. Інструктаж по правилам охорони праці та оформлення його підсумків в журнал проведення ЛР.
3. Завдання студентам на ЛР:
  - 3.1 Варіанти № 1 – 10 (рис.16.1 – 16.2)

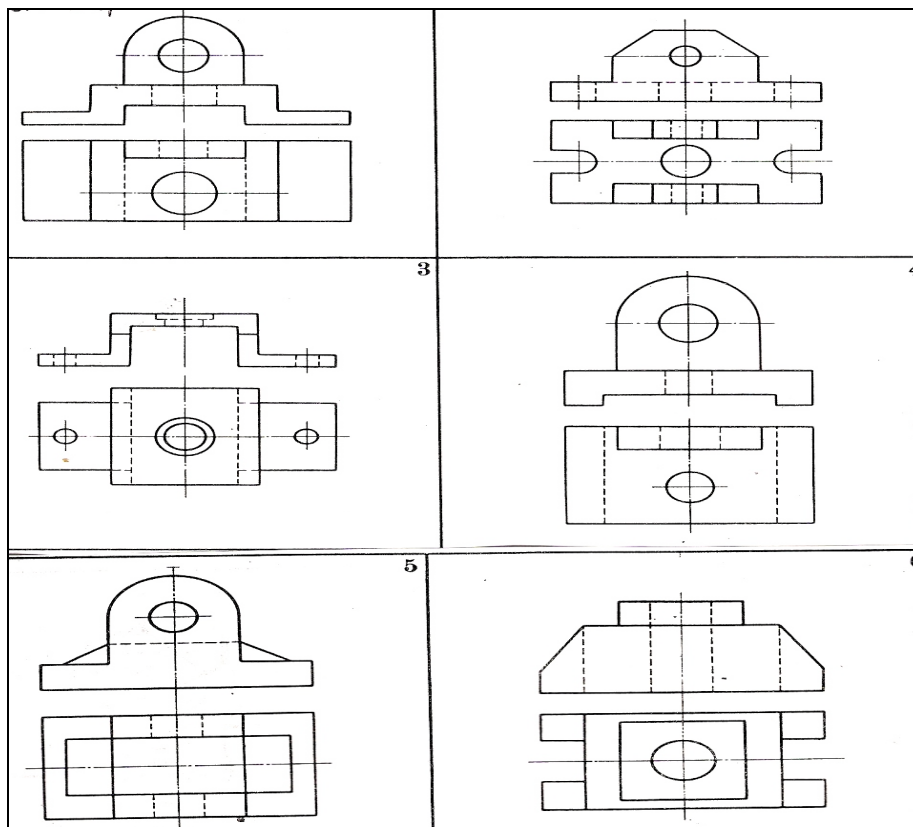


Рис.16.1 – Варіанти до завдання 3.1

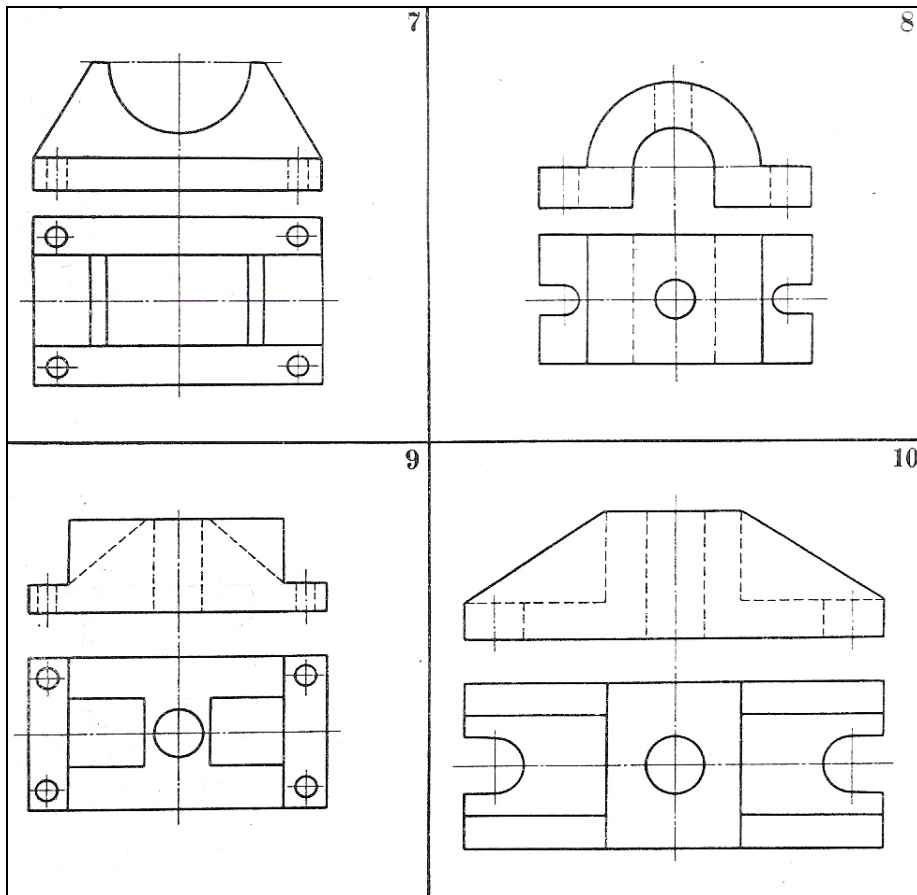
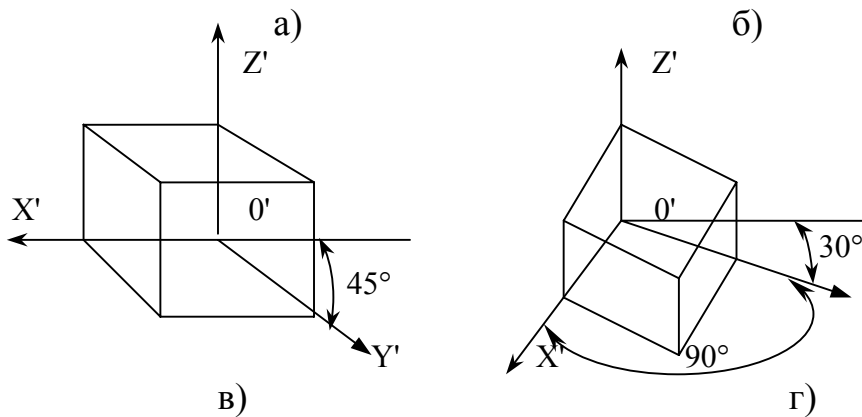


Рис. 16.2 – Варіанти до завдання 3.1

**Контрольні запитання:**

1. В інженерній практиці відповідно до ДОСТ 2.317 – 69, які дві прямокутні та три косокутні аксонометричні проєкції використовують при побудові аксонометричного креслення?
2. Який аксонометричний кресленик на рис.16.3а)?
3. Який аксонометричний кресленик на рис.16.3б)?
4. Який аксонометричний кресленик на рис.16.3в)?
5. Який аксонометричний кресленик на рис.16.3г)?
6. Який аксонометричний кресленик на рис.16.3д)?



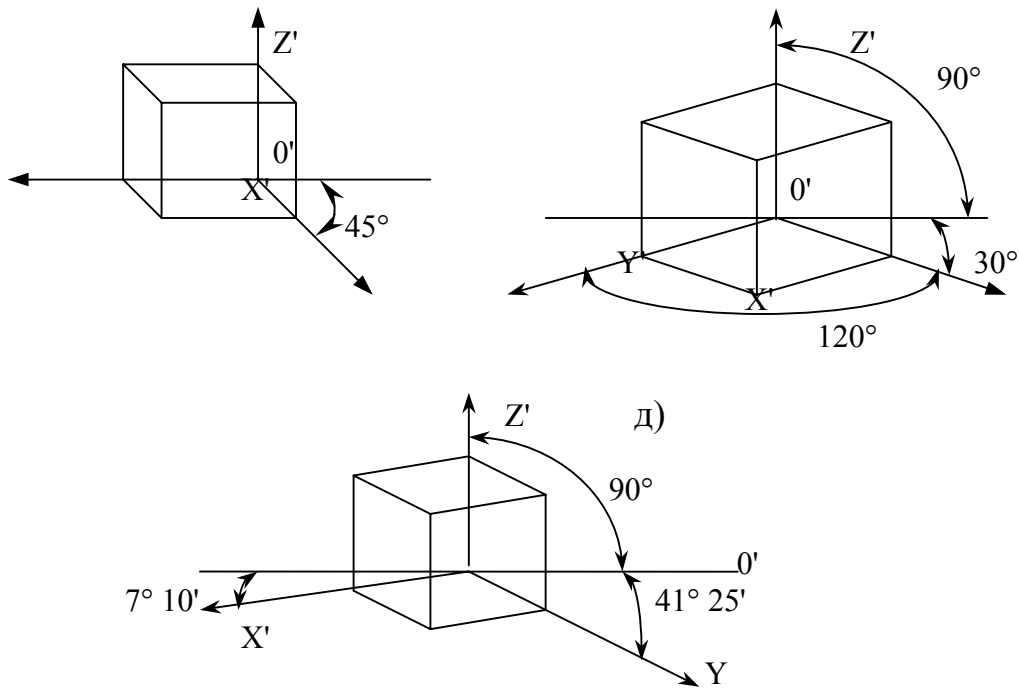


Рис. 16.3 – Рисунок до контрольних запитань

### Оформлення звіту та його захист

1. Звіт по ЛР – 16 виконується на окремому аркуші формату А4.
2. Завдання виконується самостійно кожним студентом під керівництвом викладача. В кінці ЛР 16 студенти оформлюють основний напис.
3. Заповнення основного напису за формулю 1 відповідно до ДОСТ 2.301-68.
4. Захист ЛР – 16 проводиться індивідуально для кожного студента.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 17

### "Умовні позначення деталей та вузлів в електричних та електронних схемах. Виконання креслень структурних та функціональних схем простіших приладів. Виконання креслень принципів схем простіших радіо-, електро- та електронних приладів"

**Мета** – дати студентам знання, уміння та навички у виконанні електричних, структурних, функціональних та принципів схем згідно "Правил виконання електричних схем" ДОСТ 2.702 – 75, де функціональні частини, електричні елементи схем зображують у вигляді прямокутників або умовних графічних позначок.

#### Пояснення.

Умовні графічні позначення деяких елементів електричних схем

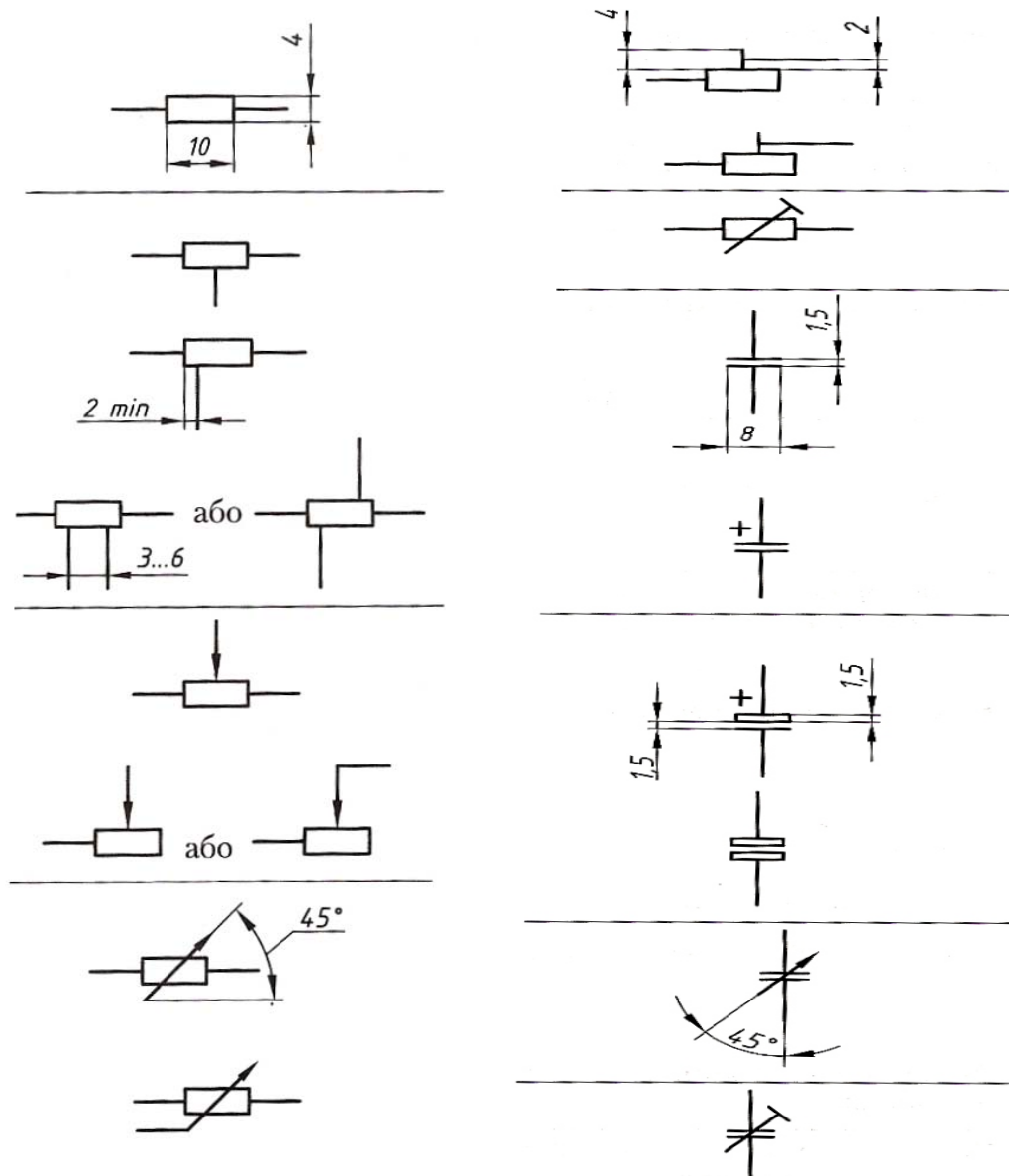


Рис. 17.1 – Умовні позначення та розміри резисторів, конденсаторів

### Необхідні прилади та інструменти:

1. Папір, для креслення – аркуш формату А4: – 3;
2. Лекало – 1;
3. Креслярські олівці (ТМ), (Н) або (Т), (НВ) – 2 – 3;
4. Косинець – 1;
5. Креслярський циркуль – 1.

### Порядок проведення лабораторної роботи:

1. Контроль рівня підготовленості студентів до виконання лабораторної роботи.
2. Інструктаж по правилам охорони праці та оформлення його підсумків в журнал проведення ЛР.
3. Завдання студентам на ЛР:  
Комплекс обчислювальний геофізичний.  
Схема електрична структурна.



Рис. 17.2 – Схема електрична структурна

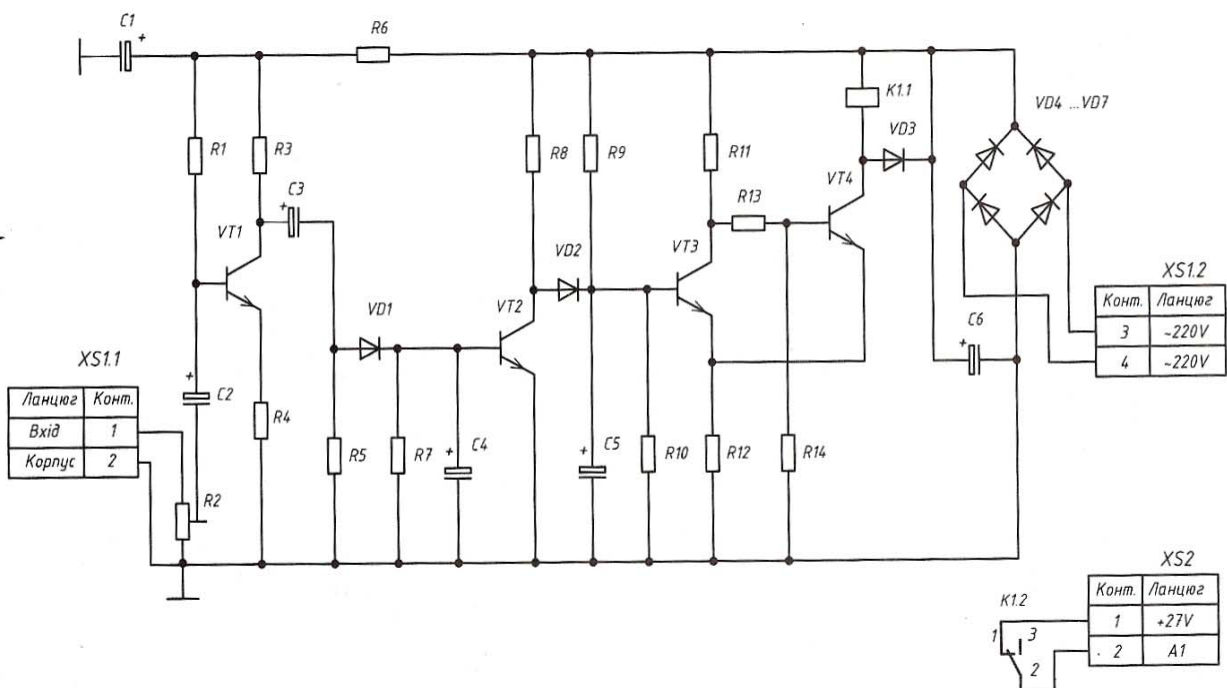


Рис. 17.3 – Схема електрична принципова

### Контрольні запитання:

1. Який конструкторський документ називають схемою?
2. На які види поділяють схеми?
3. За якою ознакою схеми поділяють на типи?
4. Назвіть типи схем та їх позначки.
5. Які графічні позначки використовують у ході виконання схем?
6. Назвіть розмір резистора, діода, котушки реле.

### Оформлення звіту та його захист

1. Виконання електричної структурної схеми на аркуші формату А4 рис.17.2.
2. Виконання електричної принципової схеми рис.17.3 на аркуші формату А4.
3. Перелік елементів принципової схеми. Окремий документ виконаний на аркуші формату А4 (специфікація).
4. Заповнення основного напису за формулю 1 відповідно до ДОСТ 2.301-68.
5. Захист ЛР – 17 проводиться індивідуально для кожного студента.

## ПЕРЕЛІК НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ

ДСТУ 3321:2003 – система конструкторської документації. Терміни та визначення.

ДСТУ ДОСТ 2.001:2006 – єдина система конструкторської документації. Загальні положення.

ДСТУ ДОСТ 2.051:2006 – єдина система конструкторської документації. Електронні документи. Загальні положення.

ДСТУ ДОСТ 2.104:2006 – єдина система конструкторської документації. Основні написи.

ДСТУ ISO 128 – 20:2003 – кресленики технічні. Частина 20. Основні положення про лінії.

ДСТУ ISO 128 – 34:2005 – кресленики технічні. Частина 30. Основні положення про види.

ДСТУ ISO 128 – 40:2005 – кресленики технічні. Частина 40. Основні положення про розрізи та перерізи.

ДСТУ ISO 128 – 50:2005 – кресленики технічні. Частина 50. Основні положення про зображення розрізів та перерізів.

ДСТУ ISO 3098 – 0:2006 – документація технічна на вироби. Шрифти. Частина (0). Загальні вимоги.

ДСТУ ISO 3098 – 2:2006 – документація технічна на вироби. Шрифти. Частина 2. Латинська абетка, цифри та знаки.

ДСТУ ISO 3098 – 3:2006 – документація технічна на вироби. Шрифти. Частина 3. Грецька абетка.

ДСТУ ISO 3098 – 6:2006 – документація технічна на вироби. Шрифти. Частина 6. Кирилиця.

ДСТУ ISO 5455:2005 – кресленики технічні. Масштаби.

ДСТУ ISO 5456 – 1:2006 – кресленики технічні. Методи проектування. Частина 1. Загальні положення.

ДСТУ ISO 5456 – 2:2005 – кресленики технічні. Методи проектування. Частина 2. Ортогональні зображення.

ДСТУ ISO 5456 – 3:2006 – кресленики технічні. Методи проектування. Частина 3. Аксонометричні зображення.

ДСТУ ISO 5456 – 4:2006 – кресленики технічні. Методи проектування. Частина 4. Центральне проектування.

ДСТУ ISO 5457:2006 – документація технічна на вироби . кресленики. Розміри та формати.

ДСТУ ISO 6433:2006 – кресленики технічні. Позиції.

ДСТУ ISO 7573:2006. Кресленики технічні. Специфікація.

ДОСТ 2.001 – 93 (2006) ЄСКД. Загальні положення.

ДОСТ 2.101 – 68 (1995). ЄСКД. Види виробів.

ДОСТ 2.102 – 68 (2006). ЄСКД. Види та комплектність конструкторських документів.

ДОСТ 2.105 – 95 (2006) ЄСКД. Загальні вимоги до текстових документів.



ДОСТ 2.106 – 96 (2006) ЄСКД. Текстові документи.  
ДОСТ 2.109 – 73 (2006) ЄСКД. Основні вимоги до креслень.  
ДОСТ 2.119 – 73 (2006) ЄСКД. Ескизний проект.  
ДОСТ 2.120 – 73 (2006) ЄСКД. Технічний проект.  
ДОСТ 2.201 – 80 (1987) ЄСКД. Позначення виробів та конструкторських документів.  
ДОСТ 2.301 – 68 (2006) ЄСКД. Формати.  
ДОСТ 2.302 – 68 (2006) ЄСКД, Масштаби.  
ДОСТ 2.303 – 68 (2006) ЄСКД. Лінії.  
ДОСТ 2.304 – 81 (2006) ЄСКД. Шрифти креслярські.  
ДОСТ 2.305 – 68 (2000) ЄСКД. Зображення – види, розрізи, перетин.  
ДОСТ 2.306 – 68 (2006) ЄСКД. Позначення графічні матеріалів та правила нанесення їх на креслення.  
ДОСТ 2.307 – 68 (1990) ЄСКД. Нанесення розмірів та граничних відхилень.  
ДОСТ 2.309 – 73 (2005) ЄСКД. Позначення шорсткості поверхні.  
ДОСТ 2.311 – 68 (1987) ЄСКД. Позначення різьби.  
ДОСТ 2.312 – 72 (2000) ЄСКД. Умовні зображення та позначення швів зварених з'єднань.  
ДОСТ 2.318 – 82 ЄСКД. Умовне зображення та позначення нероз'ємних з'єднань.  
ДОСТ 2.701 – 84 (2000) ЄСКД. Схеми. Види та типи. Загальні вимоги до виконання.  
ДОСТ 2.702 – 75 (2000) ЄСКД. Правила виконання електричних схем.  
ДОСТ 2.710 – 81 (2001) ЄСКД. Позначення букво – цифрові у електричних схемах.  
ДОСТ 2.721 – 74 (1994) ЄСКД. Позначення умовні графічні в схемах. Позначення загального застосування.  
ДОСТ 2.723 – 68 (2002). ЄСКД. Позначення умовні графічні в схемах. Котушка індуктивності, дроселі, трансформатори, автотрансформатори та магнітні підсилювачі.  
ДОСТ 2.725 – 68 (2002) ЄСКД. Позначення умовні графічні в схемах. Устрої комутуючі.  
ДОСТ 2.727 – 68 (2002) ЄСКД. Позначення умовні графічні в схемах. Розрядники, запобіжники.  
ДОСТ 2.728 – 74 (2002)ЄСКД. Позначення умовні графічні в схемах. Резистори, конденсатори.  
ДОСТ 2.730 – 73 (2002)ЄСКД. Позначення умовні графічні в схемах. Прилади напівпровідникові.  
ДОСТ 2.731 – 81 (19997) ЄСКД. Позначення умовні графічні в схемах. прилади електровакуумні.  
ДОСТ 2.743 – 91 (1994)ЄСКД. Позначення умовні графічні в схемах. Елементи цифрової техніки.